BEITRÄGE
ZUR KUNDE ESTLANDS

HERAUSGEGEBEN VON DER
ESTLÄNDISCHEN LITERÄRISCHEN GESELLSCHAFT
IN REVAL

VERANTW. SCHRIFTLEITER:

STADTARCHIVAR O. GREIFFENHAGEN
HENRY VON WINKLER
ROBERT WEISS

XIV. BAND. 5. HEFT

APRIL 1929

INHALT:

Gedruckt mit Unterstützung des Estländischen Kulturkapitals.

ESTLÄNDISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT WOLD. KENTMANN & KO.
VERLAG DES „REVALER BOTEN" REVAL, RADERSTRASSE 10/12.

An die Mitarbeiter der „Beiträge zur Kunde Estlands".

Wir bitten unsere verehrten Mitarbeiter, bei ihren Einsendungen keine Fremdwörter zu gebrauchen für das, was gut deutsch ausgedrückt werden kann. Wir behalten uns das Recht vor, in den uns zum Abdruck übersandten Berichten oder Abhandlungen entbehrliche Fremdwörter durch deutsche Ausdrücke zu ersetzen.

Für die Schreibweise sind das „Orthographische Wörterbuch der deutschen Sprache" von Duden, sowie die „Verdeutschungsbücher des Allgemeinen Deutschen Sprachvereins" (insbesondere III. Umgangssprache, V. Amtssprache und VIII. Heilkunde) **allein** massgebend.

Die Schriftleiter.

Alle auf den Inhalt der Zeitschrift bezüglichen Mitteilungen, Handschriften Druckberichtigungen, Bücher und Schriften sind an die Schriftleiter: Henry v. Winkler-Reval, Karlskirchenpromenade 9 oder Stadtarchivar O. Greiffenhagen-Reval, Rathaus — einzusenden.

Annahme von **Bestellungen** und **Umschlag-Anzeigen** in der Geschäftsstelle des „Revaler Boten" (Reval, Raderstraße 12, Telephon 20-31); in allen deutschen Buchhandlungen in Reval, Dorpat, Pernau und in Riga; für Deutschland auch in der Ostbuchhandlung und Verlag Georg Neuner (Berlin W. 30, Motz-Straße 22). — An allen diesen Stellen sind auch **Einzelhefte** zu haben.

Preis des Normalheftes (32 Seiten) 1 Krone (Lettland 1,60 Lat, Deutschland 1,30 Mark), des Doppelhefts 2 Kronen. (3,20 Lat, bzw. 2,60 Mark).

Anzeigenpreis: 1) äußere Umschlagseite — 1 Seite 20 Kronen, 1/2 Seite 12 Kronen, 1/4 Seite 7 Kronen. Für Deutschland 30 Rmk., 18 und 10 Rmk. Für Lettland 30 Lat, 18 und 10 Lat.

2) innere Umschlagseiten — 1 S. 16 Kronen, 1/2 S. 10 Kronen, 1/4 S. 5 Kronen. Für Deutschland 25 Rmk., 15 und 8 Rmk. Für Lettland 25 Lat, 15 und 8 Lat.

Erhöhung sämtlicher Preise vorbehalten.

Zahlungen — an die Geschäftsstelle des „Revaler Boten" (Reval, Raderstraße 12) oder auf ihr Bankkonto bei G. Scheel & Co., Reval. Zahlstellen (laut Konto der Estl. Verlagsgesellschaft Wold. Kentmann & Ko.) — für Deutschland: Postscheckkonto Berlin 122602, für Riga: Rigaer Kreditbank.

Beitrag zur Geschichte der Eiszeit in Estland.

Arved Anweldt und Alfred Blumberg.

Dazu 2 Karten und 4 Abbildungen.

Um die Spuren des Gletschereises nicht auf den Geländeaufnahmen zu verwischen, verzichteten die Verfasser auf das Eintragen von Namen und Orten; infolgedessen ist das Hinzuziehen einer ortsbeschreibenden Hilfskarte unumgänglich.

Zu empfehlen wären in erster Linie die vom estländischen Kriegsministerium herausgegebenen Ausgaben im Masstabe 1:300000 oder 15 Werst auf 1 Zoll. Als unzulänglich hätten die im Masstabe 1:126000 entstandenen Nachdrucke russischer Karten aus der Okkupationszeit zu gelten.

Von den 11 Kreisen Estlands ist Harrien eingehend, sind die Kreise Jerwen, Wiek, Wierland, Dorpat, Fellin, Pernau und Werro kurz zusammengefasst beschrieben. Über den Ösel'schen Kreis, das Petschurgebiet und den Kreis Walk liegen vorläufig zu wenig Beobachtungen vor, um im Sinne der nachfolgenden Ausführungen verwandt zu werden.

Die Schriftleitung.

Die silurische Felsoberfläche.

Zusammensetzung und Mächtigkeit der eiszeitlichen Ablagerungen in Estland sind bedingt durch die Oberflächenform des Felsuntergrundes. Abgesehen von der ungleichmässigen Abtragung des Felsens, entstanden dadurch Aufragungen, dass sich einzelne Teile der Silurplatte stärker hoben. Nach E. Kraus[1]) stellt das Hochland um Pantifer ein tektonisches Hebungsgebiet vor. Seine nordwestliche Abdachung ist auf Karte I zu erkennen.

Im allgemeinen weist sich der Untergrund als ein in Stufen ansteigendes Hochland aus; leicht nach S zu neigende Kalkbänke werden von Bänken jüngeren Alters überlagert.

Ursprünglich keilten die jüngeren Schichten flach, mit ebenen Oberflächen nach N (genauer NNW) aus. Durch Abnagung sind fast alle flach auskeilenden Bänke abgetragen worden, wodurch das Hochland in Stufenböschungen oder Stufenschwellen ansteigt. Diese haben einen buchtenreichen Verlauf, der demjenigen des Glintrandes ähnelt. Häufig treten anstelle zusammenhängender Stufenschwellen, inselartige Schwellen auf, „Resthöhen" der Felsoberfläche. Die auf den Scheiteln derartiger Resthöhen anstehen-

[1]) Kriegsschauplätze 1914—1918, Heft 10 1928, S. 21, Abb. 2) vergl. a. F. Schmidt, Balt. Monatsschr. Bd. XXXII 1885, S. 14.

den Kalkbänke haben ihren Zusammenhang mit den weiter südlich anstehenden Bänken gleichen geologischen Alters verloren (Abb. 1, d).



Abb. 1
a = Tafeln; b = Böschungen; d = Resthöhen;
c = Schichtenkopfoberflächen.

Unebene Böschungsflächen und ebene Tafelflächen wechseln miteinander ab (b und a). Erstere treten an den Böschungen der Stufenschwellen und Resthöhen auf und zeigen neben ebenen Bankoberflächen seltener oder häufiger austretende Schichtenköpfe, im Gegensatz zu den ausgedehnten Tafeln, die sich vor und hinter den Stufenschwellen, aber auch auf den Scheiteln der Resthöhen, einfinden.

Böschungsflächen und ebene Tafeln unterscheiden sich in ihrem Verhalten gegenüber dem Angriff des Gletschereises, als auch in bezug auf ihre schuttauffangende Wirkung unter der Eisdecke. Daher weichen die quartären Ablagerungen unebener Schwellengelände meist stark ab von denen der ebenen Tafeln. Auf der Karte I ist die Ausdehnung ebener und unebener Felsoberflächen im Grossen zu erkennen: ebene ausgedehnte Flächen neigen infolge Gefällmangels zum Versumpfen; auf der Karte sind sie von dem trockenen, doch unebenen Schwellengelände durch Strichelung unterschieden.

Grundmoränenablagerungen.

Die den Fels bedeckenden Ablagerungen Estlands wurden z. T. unter der Eisdecke als Grundmoräne, z. T. vor dem Eisrande in Form rücken und hügelartiger Eisrandaufschüttungen abgesetzt, oder auch in flacher gleichmässiger Schicht in Form feinkörniger Decken hinterlassen. Einen Anhalt zur Bestimmung extra- oder submarginaler Entstehungsart der Ablagerungen erhalten wir, neben anderem, in der Blockbestreuung ihrer Oberflächen: Die Blöcke der Grundmoränendecke sind grösser und kantiger, wie die der Eisrandaufschüttungen; der Blockreichtum fällt reichhaltiger aus. Stark ist meist die Blockbestreuung der submarginal entstandenen Hügel und Rücken.

Zu unterscheiden sind 3 Arten Grundmoränenablagerungen, die einzeln oder zusammen und dann in mehr oder weniger von einander gesonderten Schichten auftreten:

1. Ein unterer, steiniger, örtlicher Moränenhorizont, der vornehmlich die Unebenheiten des Felsuntergrundes ausgleicht;

2. Ein im Vergleich zum vorigen feinkörnigerer, steiniger bis steinarmer Gesichtskreis, ohne örtlichen Moränencharakter. Auf ebenen Felsoberflächen vorkommend, entstand er auf unebenem Grunde, nachdem durch die erstgenannten Ablagerungen eine gewisse Einebnung erreicht und der Felsuntergrund der Benagung entzogen worden war;

3. Scheint es gerechtfertigt, einen dritten, meist steinigen, oberen Grundmoränenhorizont zu unterscheiden, der durch starke oberflächliche Blockbestreuung ausgezeichnet ist.

Die eiszeitliche Abnagung wirkte vorzugsweise an den Schichtenköpfen gegen den Eisstrom gerichteter Böschungen, während ebene Bankoberflächen (besonders, wenn wenig zerklüftet) schwer angreifbar blieben. Daher reicherte sich die Gletschersohle wesentlich dort mit steinigem Schutt an, wo Schichtenköpfe vorragten.

Mit Abnahme der Mächtigkeit des Eises setzte neben der Ausnagung auch die subglaziale Aufschüttung ein. Hierbei wurde die Ablagerung des Gletscherschuttes durch das Auffangvermögen der bestrichenen Flächen unterstützt. Unter dem gleitendem Eise wirkten sich ebene Flächen weniger schuttauffangend aus, wie die unebene, stufenförmig ansteigende oder abfallende Böschung. Tatsächlich weisen unsere, so gut wie moränenfreien Gelände (Alvare) auffallend ebene Oberflächen auf. Liegt der Fels hier durch deckenartige Ablagerungen verhüllt vor, dann bestehen diese aus steinarmen, feinkörnigen Stoffen. Ähnliche Verhältnisse lassen sich für ausgedehnte versumpfte Heuschläge und Moore der ebenen Gelände Harriens annehmen. Auch tragen die Scheitel der Resthöhen um so weniger steinigen Schutt aus der näheren Umgebung, je mehr sie einer Ebene gleichen. Sie werden dann meist von Wald und Weiden eingenommen.

Steinschutt örtlicher Herkuft konnte nur entstehen, wenn ein zermürbtes Gestein vorlag. Auf diesen Umstand und auf die durch eine vorausgegangene Zerklüftung bedingte Widerstandsfähigkeit des Gesteins, hat bereits Fr. Schmidt[1]) hingewiesen.

Auf widerstandsfähiger Unterlage entstanden während der Abtragung glatte Oberflächen, wie bspw. auf der Baltischporter Halbinsel oder im Kirchspiele Kegel oder nahe Päsküll.

Unregelmässig-unebene Formen mit viel örtlichem Steinschutt schuf die Abtragung auf unebenen und mürben Felsflächen.

Die Grundmoränenablagerungen, die im Gegensatz zu den beschriebenen, nicht aus nächster Nähe zusammengefegt sind, sondern aus weither zugetragenem Schutt bestehen, zeigen keine so deutliche Abhängigkeit ihrer Mächtigkeit vom Felsuntergrund.

---

[1]) Deutsch. Geol. Ges. Jahrg. 1884 S. 257.

Diese Ablagerungen überziehen den Fels, bezw. den unteren örtlichen Moränenhorizont als ungleichmächtige Decke. Häufig weist diese neben flachen auch verstärkte Ablagerungen auf, die im Gelände als niedrige Aufwölbungen oder auch als scharf abgesetzte Hügel und Rücken auftreten. Letzten Grundes bedingen diese das Landschaftsbild und lassen es dem Auge flach oder hügelig erscheinen.

Die Grundmoränenablagerungen können aus ungespültem Geschiebelehm bestehen oder aber aus gespültem fluvioglazialem geröllartigem bis feinkörnig tonig-sandigem Schutt.

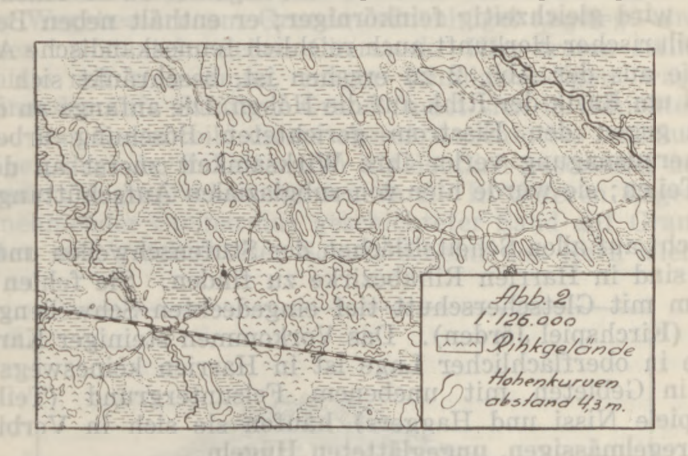
Eine häufige Erscheinung ist die stellenweise Überlagerung feinkörniger Ablagerungen durch steinige, zumeist in Verbindung mit nordischen Blöcken. Diese obere Ablagerung ist meist ungespült. Sie tritt am deutlichsten als gesonderter Horizont auf, wenn sie, wie öfters, Scheitel und Kämme fluvioglazialer Hügelaufschüttungen überzieht. Auf steinigen Ortsmoränen ist das Unterscheiden des oberen steinigen Horizontes nicht immer leicht durchzuführen. Hier handelt es sich um Absätze steinigen Grundmoränenschuttes aus dem Schluss der Vereisung, indem nordische Blöcke, die früher in höheren Eisschichten über das Gebiet bewegt wurden, abgestossen wurden, vielleicht auch um Ablagerungen schwimmender Eisfelder.

Die Ablagerung erfolgte ungleichmässig. Häufig ist sie auf deutlich umgrenzte Zonen und Flecken starker Blockbestreuung beschränkt. Oft erkennt man nicht die Ursache dieser örtlichen Beschränkung. Immerhin scheinen blockbestreute Ablagerungen auf abgeböschten Oberflächen, wenn diese gegen den Eisstrom gerichtet sind, sowie auf Hügeln reichlicher aufzutreten, wie auf ebenen Flächen. Anscheinend hielten die Höhen den im Eise enthaltenen Ballast stärker fest.

Schwieriger ist es die Ursache der ungleichmässigen, eng umgrenzten Blockstreuung nahezu ebener Gelände zu erkennen. Auf nackten oder mit flachen feinkörnigen Ablagerungen versehenen Geländen, trifft man oft ausgedehnte nahezu blockfreie Flächen (Laaksberg und andere Alvarzonen). Um so auffallender wirkt hier das Auftreten sehr blockreicher Striche und Plätze. Die Blockbestreuung reichert sich zu Blockpackungen an, die dann wie Hügel oder Rücken wirken. Die Menge des unter ihnen sich einstellenden, meist sandig-grandigen Gletscherschuttes, steht meist in keinem Verhältnis zu der Blockhäufung. Indem sich die Blockpackungen oft rückenförmig erstrecken, gleichen sie den blockreichen Gletscherablagerungen auf den Scheiteln und Kämmen subglazialer Hügelaufragungen.

Die Grundmoränenabsätze Harriens zeigen alle Übergänge vom steinigen Karbonatschutt bis zu vorwiegend feinkörnigen Ablagerungen, in denen silurische Anteile zurücktreten.

Wo das Eis bis zum Schluss ausnagend auf den Fels gewirkt hatte, besteht die Bodenkrume aus steiniger Karbonatmoräne. Sie kommt vorwiegend auf hohem Schwellengelände vor, wenn der Untergrund ein unebener war. Die Verteilung steiniger Karbonatmoränen einerseits, steinarmer Grundmoränen andererseits, ersieht man aus der in Abb. 2 dargestellten Umgebung von Rasik.



Auf den höchsten Stellen treten Karbonatböden, Rihkbezirke, auf. Sie zeigen auffallend unebene Oberflächen, was z. T. durch den unebenen Untergrund, hauptsächlich aber durch zahlreiche niedrige Hügelaufschüttungen bedingt wird. Die Hügel bestehen in ihren oberen Lagen aus scharfkantigen Kalkbrocken, mit wenig lehmiger Feinerde. Nordische Blöcke fehlen nicht, doch treten sie neben dem Kalkstein zurück. Die ungeglätteten Oberflächen der Hügel und ihre regellose Anordnung beweist, dass ihre Formgebung dem glättenden und drumlinisierenden Einfluss eines über sie hinweggleitenden Eisstromes wenig ausgesetzt war [1]).

Ausserhalb der Rihkbezirke breiten sich geglättete Oberflächen aus; gleichzeitig werden die Moränenhügel mächtiger; immer deutlicher tritt ihre Anordnung im Sinne des Eisstromes auf, bis schliesslich richtige Drumlinlandschaften zustande kommen [2]).

Der Gletscherabraum zwischen den Hügeln liegender Oberflächen ist im Rihkgebiet dünn entwickelt und besteht wesentlich

---

[1]) Ein grosser Teil der Hügel, namentlich der kleineren, besteht nur aus scharfkantigem Rihk. Doch gibt es anscheinend auch Hügel, in deren Kern abgenutzter kleinstückiger Steinschutt und Sand eingeknetet ist. Diese wären demnach ähnlich aufgebaut, wie die Mehrzahl unserer subglazialen Hügelaufschüttungen, aus einem feinkörnigerem Inhalt von nicht streng örtlichem Gepräge und einer oberen blockführenden Auflage.

[2]) Diese Hügel sind im Innern aus feinkörnigen Stoffen zusammengesetzt. Mit der Entfernung vom Rihkbezirk machen sich auf den Scheiteln nordische Blöcke neben den Kalksteintrümmern stärker geltend.

aus Kalksteintrümmern. Im tiefem Gelände mit geglätteter Oberfläche tritt eine Trennung der Grundmoränendecke ein, in einem unteren, felsnahen Horizont von steiniger Beschaffenheit und einen oberen feinerdereicheren. Letzterer entspricht in seiner Zusammensetzung einem Geschiebelehm; der nimmt mit der Entfernung von den Rihkbezirken im allgemeinen an Mächtigkeit zu und wird gleichzeitig feinkörniger; er enthält neben Bestandteilen silurischer Herkunft auch reichlich fennoskandische Anteile.

Wie aus der Abb. 2 zu ersehen ist, beschränkt sich in der Gegend um Rasik der Rihk auf die Höhen. Die anfangs an der gesamten gegen den Eisstrom gerichteten Böschung arbeitende Gletscherausnagung verlor ihre Wirksamkeit zuerst an den unteren Teilen; sie wurde hier von subglazialen Aufschüttungen abgelöst.

Nicht auf allen Scheitelflächen der Stufenschwellen und Resthöhen sind in Harrien Rihkbezirke zu finden. Sie fehlen bspw. auf dem mit Gletscherschutt tief eingedeckten Schwellengelände im SO (Kirchspiel Jörden). Das Vorkommen steiniger Karbonatmoräne in oberflächlicher Lage ist in Harrien keineswegs allgemein; in Gebieten mit unebenem Felsuntergrund (Teile der Kirchspiele Nissi und Haggers) häufen sie sich in Verbindung mit unregelmässigen, ungeglätteten Hügeln.

In Harrien treten z. T. Grundmoränendecken auf, die wesentlich aus unausgelesenem und ungespültem Schutt bestehen. Eine oberste gespülte Rinde lässt sich auch hier unterscheiden. Sie besteht aus Innenmoränenschutt, der beim Schmelzen des Eisrandes sich aus diesem löste oder im Wasser umlagerte. Unter dieser mageren, meist sandige, abgenutzte Brocken haltenden Deckschicht, tritt Geschiebelehm auf.

Ungespülte Moränendecken wechseln ab mit Ablagerungen aus gespültem und gesichtetem Schutt. In grösserer Ausdehnung nahezu allein vorkommend, finden sich ungespülte Böden im NO, durch eine Linie, etwa von Sack über Toal und Kedder im S begrenzt. Bezeichnend für diesen Bezirk ist seine Armut an Grandgruben. Andererseits sind gespülte und gesichtete Gletscherablagerungen in Harrien häufig. Sie entstanden als Eisaufschüttungen, z. T. auch unter Mitwirkung der Schmelzgewässer unter der Eisdecke.

Gespülter Gletscherschutt findet sich am stärksten entwickelt in hügel- und rückenartigen Drumlin- und Asbildungen, auch in Form durchspülter oberer Lagen flachwelliger bis ebener Grundmoränendecken [1]).

[1]) Die niedrigen Gelände unterscheiden sich von den hohen Schwellen durch das Zurücktreten steiniger karbonatreicher Ablagerungen. Das Landschaftsbild solcher Gebiete sind ebene mit spät- und nacheiszeitlichen Meeresablagerungen bedeckte, von Flach- und Hochmooren eingenommene Flächen, im Wechsel mit undeutlich umgrenzten deckenartigen Moränenanschwellun-

Die Baustoffe „gespülter" Ablagerungen sind mehr oder weniger abgerundet, die Feinerde ist sandiger und magerer wie die undurchspülter Absätze. Alle Übergänge vom Geschiebelehm bis zum Asschutt kommen vor.

Grundmoränenhügel, die ganz oder zum Teil aus gespültem Grus bestehen und Åshügel sind einander verwandt. Aufschlüsse, die zum Wegebessern am Grundmoränenhügel angelegt sind, zeigen einen meist steinreichen Oberstock. Hier treten steinreiche Abschnitte mit steinarmen, mager lehmig-sandigen wagerecht nebeneinander auf. Sandiger Grand findet sich in Schichten oder Linsen. Das Gesamtbild dieses oberen Anschnittes ist häufig ein derartiges, dass der Inhalt weder als deutlich gesondert, noch als ungesondert angesprochen werden darf. In tieferen Lagen tritt mit zunehmender Steinarmut geschichteter Sand auf Grand auf. Gespülter und geschichteter Schutt scheint den Kern aller deut-

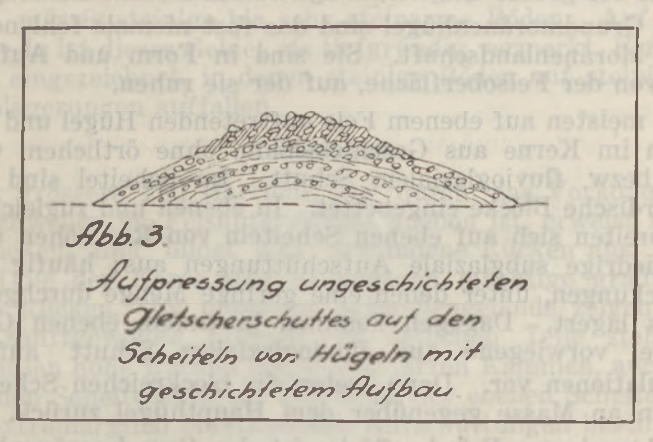


Abb. 3. Aufpressung ungeschichteten Gletscherschuttes auf den Scheiteln von Hügeln mit geschichtetem Aufbau

lich gerichteten Drumlins zu bilden. Doch kommen auch Grundmoränenhügel vor, die lediglich aus ungespültem lehmigen oder steinigen Schutt bestehen.

Auf den Grundmoränenhügeln tritt, wie erwähnt, überaus häufig starke Blockbestreuung in steiniger Grundmoräne auf; sie trägt den Stempel einer Aufpressung auf den Hügelscheitel und setzt sich im Schnitt nicht selten scharf ab von den sanften Böschungen (s. Abb. 3.).

gen, den sog. „Aru"-(Mineralboden-)Heuschlägen. In flachen Aufschlüssen stösst man auf gerollte Steine und mehr oder weniger ausgespülte, sandige Feinerde. Deutlich abgesetzte Hügel zeigen in den oberen Schichten steinreichere Ablagerungen und stärkere oberflächliche Blockbestreuung. Alle diese niedrigen, vorwiegend ebenen Felsoberflächen, haben somit im Gegensatz zu dem hohen Schwellengelände vorwiegend steinarme und kalkarme Böden. In grosser Ausdehnung erstreckt sich ein derartiges Gebiet an der Ostgrenze Harriens. Hier finden sich, anders wie im übrigen Harrien, keine Höhenschwellen. Vergl. d. Karte I.

Offenbar bestehen die Hügel aus zwei verschiedenartigen Ablagerungen: dem zuerst entstandenen Haupthügel, der aus Geschiebelehm oder aus fluvioglazialem Schutt bestehen kann, und einer nachträglich erfolgten Aufpressung blockreicher, meist schwach- bis ungespülter Grundmoräne. Diese Scheitelablagerung ist häufig begleitet von einer Zerstörung der oberen Lagen des Haupthügels, was namentlich dann zutrifft, wenn ein geschichteter Aufbau vorliegt. Sie sind auf der sanft geglätteten Flanke verhältnismässig steinarm, auf dem Scheitel dagegen reich an Karbonatgestein und mit kantgestellten, grossen silurischen und nordischen Blöcken bestückt.

Lehmig steinige Auflagen auf mageren steinarmen, mehr oder weniger durchspülten Ablagerungen stellen sich nicht nur in Verbindung mit Hügeln ein, sondern auch im welligen Grundmoränengelände, zumeist auf leichten Erhebungen. Dadurch wird eine oft grosse Ungleichartigkeit des Bodens hervorgerufen.

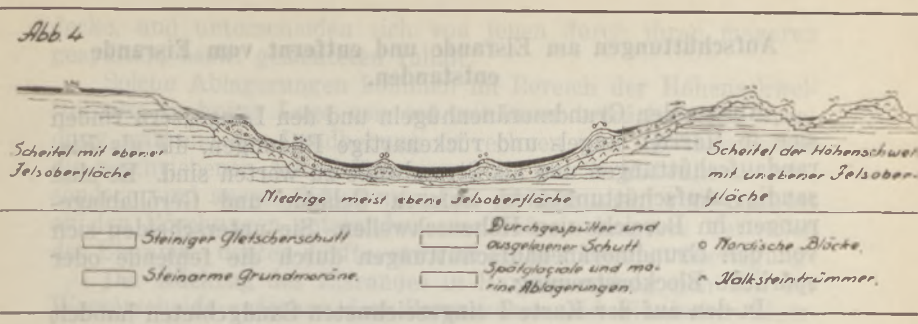
Die Grundmoränenhügel sind das fast niemals fehlende Glied unserer Moränenlandschaft. Sie sind in Form und Aufbau abhängig von der Felsoberfläche, auf der sie ruhen.

Die meisten auf ebenem Fels auftretenden Hügel und Rücken bestehen im Kerne aus Geschiebelehm, ohne őrtlichem Gesteinschutt, bezw. fluvioglazialem Schutt. Im Scheitel sind vorwiegend nordische Blöcke eingebettet. In ebenen und zugleich hohen Lagen breiten sich auf ebenen Scheiteln von Resthőhen vorzugsweise niedrige subglaziale Aufschüttungen aus; häufig sind es Blockpackungen, unter denen eine geringe Menge durchgespülten Schuttes lagert. Dagegen kommen in tiefen, ebenen Geländen mächtige, vorwiegend aus fluvioglazialem Schutt aufgebaute Akkumulationen vor. Dann treten die blockreichen Scheitelablagerungen an Masse gegenüber dem Haupthügel zurück.

Auf unebener Felsoberfläche ist der Grundmoränenhügel in erster Linie bezeichnet durch steinige Scheitelablagerungen und deren Karbonatstein.

In diesem dem Eise Angriffsflächen bietenden Gelände, war die Gletschersohle bis zum Schluss mit Felsschutt überlastet; die Ablagerung őrtlicher Herkunft überwog die aus der Ferne angeschleppte Last. Einerseits konnte das im unebenen Gelände verhältnismässig langsam vorrückende Eis die losgelősten Anteile nur z. T. fortschaffen, andererseits sich nur schwach glättend und drumlinisierend auswirken. Auf unebenen Felsflächen entstanden steinige ungeglättete, regellos angeordnete Moränenhügel (Teile der Kirchspiele Nissi und Haggers).

Die Eigentümlichkeiten der Grundmoränendecken auf verschiedenem Untergrunde sind in Abb. 4 festgehalten. Gedacht ist ein senkrecht zum Eisstrom verlaufender Schnitt zweier durch ein niedriges Gelände getrennter Resthügel.



Zum Schluss sei erwähnt, dass im südöstlichen Teile Harriens die Grundmoränenablagerungen am mächtigsten entwickelt sind. Wie auf der Karte zu ersehen ist, gehören hier nackte Felsflächen zur Ausnahme. Die Höhenschwellen haben lehmig-sandige, mässig-steinige bis sehr steinarme Böden. Auf der Nebenkarte Ia ist dieses Gebiet als tiefgründig vermerkt. Ferner sind Gebiete eingezeichnet, in denen steinige Böden auf steinigen Moränenablagerungen auffallen.

Längs-Åser.

Der grössere Teil Harriens, der durch das Vorkommen von Höhenschwellen im Felsuntergrunde uneben ist, erweist sich arm an Åsrücken; hier bildet sich gewundene Rücken aus. Im östlichen Teile der Karte sind es dagegen mächtige gradlinig gestreckte Rücken. Im unebenen Schwellengelände zeigen die Åsrücken sanftgewölbte Formen, im östlichen Teile stellen sich neben diesen hohe Rücken ein, mit scharfen Kämmen, auch solche mit ebenen Scheitelflächen. Die Höhe der ebenen Scheitelflächen dieser extramarginal entstandenen Aufschüttungen bestimmt den Wasserspiegel im Eisrandbecken. Die ebenen Scheitel der Åsrücken und Hügel um Paunküll, Wosel und Charlottenhof liegen 85—90 m übermeer. In der Regel bestehen die schroffen Rücken aus Geröll, die flachen aus Sand. Oberflächlich sind die Rücken oft blockbestreut.

Wie bei den früher besprochenen Grundmoränenhügeln trifft man auf dem Åsrücken nicht selten kammartige Anschwellungen, die aus ungespültem, überaus steinigem Grundmoränenschutt bestehen. Neben viel nordischen Blöcken enthalten sie auch grosse silurische Felstrümmer. Das im Åsrücken liegende Geröll zeigt vorwiegend Kalkstein. Nur die Längsåser in dem nördlichem an den Glint angrenzendem Streifen führen vorherrschend nordische Brocken. So besteht bszw. das Geröll an der Oberfläche und in den Aufschlüssen der Arbaferschen Höhenrücken in 15 km Entfernung von der Glintkante fast ausschliesslich aus Gneisgraniten (bis Köndes).

Aufschüttungen am Eisrande und entfernt vom Eisrande entstanden.

Ausser den Grundmoränenhügeln und den Längsåsern finden sich in Harrien hügel- und rückenartige Bildungen, die als Eisrandaufschüttungen und als Strandwälle zu werten sind. Es sind sandige Aufschüttungen im tieferen Gelände und Geröllablagerungen im Bereiche von Höhenschwellen. Sie unterscheiden sich von den Grundmoränenaufschüttungen durch die fehlende oder spärliche Blockbestreuung.

In den auf der Karte I eingezeichneten Sandgebieten handelt es sich um Ablagerungen, die in ihren oberen Lagen wohl ausnahmslos durch Meereswellen noch während der Landhebung umgelagert wurden. Z. T. gelangte der Sand, aus der Ferne durch die Wellentätigkeit herangefegt, an seinen jetzigen Standort, was für die schmale Sandzone unterhalb und oberhalb der Anzylusgrenze (s. Karte I u. Ia) gelten dürfte.

Dagegen scheint in Heidegebieten, in grösserer Ausdehnung westlich des Jaggowalflusses, um Reval, bei Lodensee und Wichterpal—Newe die Masse des Sandes schon unter dem Meeresspiegel vorhanden, und als Eisrandablagerung entstanden zu sein. Darauf deutet die in tieferen Aufschlüssen erkennbare, kiesige mit nordischem Einschlag durchsetzte Sohle.

Die geröllreichen Ablagerungen, die man häufig an den gegen die Richtung des Eisstromes zu abfallenden Böschungen der Höhenschwellen und den sich diesen anschliessenden Scheitelflächen vorfindet, erreichen mitunter eine derartige Mächtigkeit, dass es gewagt scheint, ihre Entstehung nur auf Brandungsvorgänge zurückzuführen. Bezeichnend ist ihr Vorkommen an den Böschungen der Lykholmer Höhenstufe, in der Mitte der Karte. Von Alt-Riesenberg an erstrecken sich bis zur Poststation Liiwa längs der Böschung geröllreiche Ablagerungen von 6—10 m Mächtigkeit, in annähernd gleichgerichteten Wällen. Der proximal vor den Akkumulationen belegene Landstrich zeigt häufig schwache bis fehlende Schuttauftragung. Distal tritt hinter dem Rücken tiefere Moränendecke auf, in stellenweise auffallend sandiggerollter Ausbildung. Die Akkumulationen selbst weisen in den Aufschlüssen stark abgenutzte Kalksteinbrocken und Sand auf, bisweilen undeutlich geschichtet.

Häufig treten wallartige Rücken an den Böschungen inselartiger Schwellen auf und setzen sich an den Flanken in tieferem Gelände fort, steinärmer und sandiger werdend. Bisweilen trifft man auch auf Resthöhen keine deutlich längs Böschungen verlaufende Wälle, sondern Gebiete, die sich äusserlich durch welligere und hügeligere Oberflächen, Kämesformen, vom benachbarten Grundmoränengelände auszeichnen. Die den Fels verhüllenden Ablagerungen sind dann mächtiger wie die Grundmoränen-

decke, und unterscheiden sich von jenen durch ihren mageren gespülten, bezw. gesichteten Inhalt.

Solche Ablagerungen kommen im Bereich der Höhenschwellen, also in hoher Lage vor, wo mit einer beträchtlichen Brandung während der Landhebung zu rechnen war. Doch scheinen die beschriebenen Aufschüttungen nicht nur Strandwälle zu sein, sondern sind ausser diesen mächtige Ablagerungen von Asschutt an den Böschungen entstanden, was auf ein längeres Verweilen des Eisrandes deuten dürfte, etwa im Sinne folgender Überlegung:

Der Rückzug des Eisrandes in Harrien vollzog sich von der Wasserscheide zwischen dem Pernauschen und Finnischen Meerbusen an über ein gegen NW, also annähernd gegen den Eisstrom abfallendes Land. Hier traten mehr oder weniger quer zum Eisstrom sich erstreckende Stufenschwellen auf und neben diesen vereinzelte bastionenartige Resthöhen. Zwischen den Resthöhen, sowie vor und hinter den Stufenschwellen war die Felsoberfläche eben. Die gegen den Eisstrom zu abfallenden Böschungen der Schwellen reichen selten über 17 m Höhe.

Das Vorwärtsgleiten des wenig mächtigen Randeises über eine derartige Unterlage musste ungleichmässig ausfallen: über Tafelflächen leicht hinweggleitend, überwand das Eis die Höhenstufen mehr oder weniger gehemmt. Die Hemmung führte schliesslich zu einem Aufstauchen des Eises, mithin zu einem längeren Verweilen des Eisrandes im Bereiche der Böschung und zum Hinterlassen verstärkter Eisrandablagerungen. Der schmelzende Eisrand muss einen gewundenen Verlauf gehabt haben, da inselartige Höhen zur fortgesetzten Bucht- und Eiszungenbildung veranlassten. Unter solchen Umständen entstanden geröllreiche Eisrandaufschüttungen im Bereiche von Resthöhen und sandige in den Niederungen, ähnlich denjenigen, die bei der Landhebung durch die Brandung geschaffen wurden.

Auf der Karte I sind Gebiete, auf deren Ablagerungen oberflächlich Geröll und Sand zutage tritt, also Strandwälle, Grundmoränenoberflächen mit gerollten Steinen und Eisrandaufschüttungen, farbig hervorgehoben; der Unterschied zwischen Eisrandaufschüttungen und Strandbildungen war auf der Karte nicht durchführbar.

Ein Teil der im Gletschereise mitgeführten Fracht setzte sich beim Rückzug entfernt vom Eisrand in flacher Ausbreitung ab.

Bis auf wenige Hügelflächen lag ganz Harrien unter dem Schmelzwasser. Nach den Scheitelhöhen der Åsbildung zu urteilen, stieg der Wasserspiegel in N-Harrien auf mindestens 85—90 m über das heutige Meer. Davon abzuziehen wäre der Betrag der nachfolgenden Hebung.

Die am Gletscherrande abgestossenen Stoffe wurden unter Wasser fallen gelassen, wobei der tonige Feinsand vornehmlich

auf Ebenen und Mulden zur Ruhe kam. Bei der späteren Landhebung fand das Verlagern feinkörniger Stoffe von geböschten Oberflächen auf ebene statt.

Die Gesamtheit dieser Vorgänge trug wesentlich bei zur Verteilung steiniger und steinarmer Böden. Im allgemeinen gilt die Regel: Steinarme Böden auf ebenen, steinige auf geböschten, namentlich auf Hügeloberflächen.

Auf den Höhenschwellen nicht fehlend, treten tonig-feinsandige Ablagerungen späteiszeitlichen und marinen Ursprungs in grösserer zusammenhängender Mächtigkeit in niedrigen feuchten Gebieten auf. Doch ist es oft schwer zu entscheiden, ob die steinarmen Ablagerungen extramarginale oder submarginale Bildungen vorstellen, denn oft zeigen, wie früher ausgeführt, Grundmoränenablagerungen auch einen steinarmen, durchgespülten Aufbau.

Auf der Karte Ia ist der Verlauf der Litorina-und Anzylusstrandlinien eingezeichnet. In diesen Zonen sind als Folgeerscheinungen der Brandung Strandwälle, Geröllböden und Blockpackungen häufig, auf der Brandung ausgesetzten Moränenhügeln und auf freigespülten Felsflächen. Besonders sei auf das massenhafte Vorkommen aus scharfkantigem bis kantabgerundetem Rihk aufgebauter Strandwälle hingewiesen, wie sie der Baltischporter Halbinsel und überhaupt den Resthöhen der Kirchspiele Kegel, St. Matthias und Kreutz eigentümlich sind.

Deutlich ausgeprägt sind ferner Strandbildungen in 60—64 m Höhe über dem Meere. Ihr Vorkommen ist auf der Karte Ia vermerkt. Sie treten in Schwellengeländen als geröllreiche Strandwälle mit vorgelagerten freigespülten Felsflächen auf, östlich vom Jaggowal aber als sandige Strandwälle (vergl. Karte I). Folgeerscheinungen der Brandung trifft man indessen in noch höheren Lagen.

Das erwähnte Vorkommen verhältnismässig steinarmer Böden im südlichen Teile Harriens steht, wenigstens z. T. damit im Zusammenhange, dass sich in dieser Höhe die Brandung nur kurze Zeit betätigte.

Der Rückzug des Eises über das Silurgebiet Estlands.

Der Rückzug des Eisrandes über das Silur Estlands vollzog sich ungleich.

Einzelne Teile der Eisfront wurden im Vergleich zu benachbarten Abschnitten zeitlich schneller zurückverlegt. Nach dem beschleunigten Rückzuge folgte dann ein Festliegen des Eisrandes im dazu geeigneten Rande von „Niederungs-" und „Höhenbuchten".

Niederungsbuchten entstanden im Zusammenhange mit dem durch Schmelzwässer bedingten raschen Zurückweichen des Eises im Becken. Breitete sich vor dem Inlandeise ein Tiefenwasser aus, dann wurde durch Kalben des Eises der Rand schnell zurückverlegt. Gelangte aber der Eisrand aus tiefem Wasser in ein flaches, das kein Aufschwimmen gestattete, oder nur bei sehr geringer Mächtigkeit des Eises möglich machte, dann trat eine Verzögerung oder gar ein Stillstand ein. Der stilliegende Eisrand war zum Eiskliff geworden.

In Estland entstanden derartige Verzögerungen nach vorhergehendem schnellem Zurückweichen im Zusammenhang mit dem Peipusbecken, der Pernauschen Bucht und vielleicht der Niederung des Kassargen.

„Niederungsbuchten" am Eisrande stehen nach E. Kraus [1]) „Höhenbuchten" gegenüber, welche „durch Ausweichen des Eisrandes vor Reliefhöhen zu erklären sind."

In der Mitte des estländischen Silurgebietes fällt eine breite sattelförmige, NNW—SSO sich erstreckende Erhebung des Untergrundes auf, die im Pantifer-Hochland ihre grösste Höhe erreicht. Das Entstehen des Hochlandes führt E. Kraus auf tektonische Vorgänge zurück. Davon abgesehen ist das ganze Land durch ungleichmässige Abtragung von Kalksteinbänken in zusammenhängende Stufen und inselartige Resthöhen aufgeteilt.

Alle gegen den Eisstrom gerichteten Böschungen hemmten das Vorwärtsgleiten des aufliegenden Eises. An einigen Stellen scheint zum Schluss ein Aufstauchen und Verweilen des Eisrandes stattgefunden zu haben. In Westestland finden sich häufig aus Asschutt bestehende Akkumulationen an den Böschungen der Höhenschwellen. Die Frage, ob diese am Eisrand abgelagert worden sind, — dieser also festgelegen hat, oder ob die Brandung allein für ihr Zustandekommen verantwortlich zu machen ist, ist im vorherigen Abschnitt behandelt.

Im Silurgebiet Estlands kann man von W nach O drei Abschnitte unterscheiden. Die westliche Hälfte des Gebietes ist niedrig und der Anstieg über die Glintkante nicht so hoch wie weiter im O. Das Inlandeis schwand hier später wie anderswo. Der mittlere Abschnitt ist der höchste Teil des Gebietes. Das Hinübergleiten des Eises über diesen Abschnitt war besonders gehemmt durch den vom Glintabfall bis zur Wasserscheide ansteigenden Untergrund. Ausser nach N zu böscht sich der mittlere und höchste Teil nach W (SW), nach O (NO) und nach S zu ab und gleicht darin einer ausgedehnten Insel. Die Oberfläche des östlichen Abschnittes steigt vom Glintrande bis zur Wasserscheide nur wenig an und wurde daher vom Eise leichter überschritten wie der mittlere.

[1]) S. 31.

Die ältesten Eisrandablagerungen Estlands sind aller Wahrscheinlichkeit nach die Eiskliffablagerungen in Allentacken und Südestland (Karte IIa), die im Zurückschneiden des Eisrandes durch das Wasser des Peipusbeckens entstanden. Der Verlauf der Randaufschüttungen im S deutet darauf, dass die Niederungsbucht in Bildung war, als das Eis noch ganz oder teilweise das Drumlingebiet in Nordlivland beherrschte. In diesem Abschnitt des Zurückweichens war wohl das ganze Land vergletschert bis auf die vor dem Kliff unter dem Peipusspiegel liegende Anteile (Karte II, Phase I).

Die Ablagerungen dieser Zeit sind am mächtigsten zwischen Pühtiza und Isaak entwickelt. W von Isaak setzen sich Hügelketten über Tuddolin nach Nordlivland fort. Von Awwinorm in Livland bog der Rand der Eisbucht in eine mehr südliche Richtung um; an die Grenze des Drumlingebietes herantretend, verlief der Rand in Streichrichtung der Drumlins. Eine deutliche Eisrandakkumulation erstreckt sich in Südestland von Terrastfer über Linnutaga nach Palastfer. Sie besteht aus Geröll und Sand. In ihrer Umgebung tritt späteiszeitlicher Ton bei Torma auf. Zwischen Terrastfer und Toikfer finden sich Streifen auffallend starker Blockbestreuung auf flachen Sandrücken. Auch bei Kõnno häufen sich Blöcke. Aus grobem Geröll aufgebaute wallartige Rücken erstrecken sich von hier in SW—NO-Richtung. Die Gegend zwischen Wottigfer und Awwinorm ist sandig. Hier findet man zahlreiche aus Sand und Geröll bestehende bis 8 m hohe Akkumulationen. In einem Grabenschnitt bei Mäetsmaa kommt unter dem Schutt der Akkumulation geschichteter sandiger Ton vor. Meist lagern die Aufschüttungen auf grauer lehmig-sandiger Grundmoräne.

Es scheint, dass der Eisrand nach vorherigem Pendeln eine beträchtliche Zeit im Gebiet Awwinorm—Adraku—Ulvi verharrte. Nach S zu verlief der Rand der Eisbucht anscheinend bis in die devonischen Höhen, die SO der Linie Mäekaste—Jõe-Hallika auftreten.

Das einschneidenste, den Verlauf des Eisrandes bestimmende Hindernis war die unter dem Eise verborgene Höhentafel um Pantifer. Vor ihren Böschungen musste ein Abströmen der Eismassen in seitliche Abschnitte statthaben. Westlich der Höhenschwelle wurde der Eisstrom aus NW—SO in N—S Richtung abgelenkt, was aus der Streichrichtung der Weissensteiner Drumlins hervorgeht. Das seitlich abgedrängte Eis war mächtiger wie das über die Pantifer-Höhe geschobene. Daraus entstand ein rascheres Zurückschmelzen der mittleren Eisfront bis der Eisrand den nördlichen Abhang erreichte. Infolge der Aufstauchung des Eises vor der NW und N Böschung bildete sich hier eine Höhenbucht am Eisrande (Karte II, Phase II).

Im O-Abschnitt treten hinter den mächtigen Ablagerungen von Pühtiza—Awwinorm jüngere Eisrandakkumulationen auf bei Mehntack und zwischen Tuddo und Rasivere (Karte II, b und c). Sie sind als Eiskliffabsätze entstanden.

Durch Aufstauchen des Eisrandes im N des Pantifer'schen Hochlandes entstandene Randablagerungen zeigen sich auf den hypsometrischen Generalstabskarten am deutlichsten in dem von Taps bis Poll sich erstreckenden Abschnitt (Karte II, d).

Während des Eisstillstandes an den Böschungen der Pantifer-Höhe schob sich das Inlandeis im W-Abschnitt noch beträchtlich nach S. Hier lassen sich Randlagen von stellenweise bedeutender Erstreckung verfolgen. Die älteren Akkumulationen treten im N der Pernauer Bucht auf und verlaufen von Karusen an über Testama nach Audern. Wieder sind es Eiskliffablagerungen (Karte II, e). Die Akkumulationen bilden in der Wiek und im Pernau'schen Kreise zwei Rücken, die wesentlich aus Sand und blockführenden Grand bestehen. Stellenweise finden sich hohe Dünen.

Die nächsten, ziemlich zusammenhängenden Eisrandakkumulationen ziehen sich von Karusen an über St. Michaelis fort, längs der NO-Böschung von Kokenkau.

Wie auf der Karte II zu ersehen ist, treten diese ebenso wie die Karusen—Testama'schen Ablagerungen im Bereiche der Anzylus bzw. der Litorinastrandlinien auf, im Verein mit Dünen. Doch scheint es sich bei der Gesamtheit dieser Ablagerungen neben Strandbildungen auch um Eisrandaufschüttungen zu handeln, worauf der blockversetzte kiesige Aufbau neben reinem Sande hinweist.

Ähnliche Ablagerungen zeigen sich bei Goldenbeck—Fickel (Karte II, g).

Auf dem vom Kassargen nach Merjama zu ansteigenden Gelände treten geringere Aufschüttungen auf, ganz oder teilweise von spät- und nacheiszeitlichen Niederschlägen bedeckt. So bei Wanamõis—Seyer, Kattentack, Fickel—Ficht und deutlich ausgeprägt bei Üdroma—Pähküla—Jõgisoo. Mächtiger ausgebildet sind sie von Marimetsa an über Goldenbcek—Luist—Paenküll—Konofer, vielleicht auch weiter nach S sich erstreckend. Erwähnt sei, dass gleichzeitig die Anzylusgrenze einsetzt, mit mächtig entwickelten Dünen, besonders N und S von Pallifer.

Nach dem schnelleren Rückzuge über das Tiefwasser der Pernau berührte der Eisrand die Untiefe der Wasserscheide zwischen der Pernau-Bucht und dem Finnischen Meerbusen und verweilte hier als Eiskliff, die Lelle—Kedwa—Sarnakorb'schen Eisrandablagerungen aufbauend (Karte II, h, hi).

Eindeutig in marginaler Richtung sich erstreckende Akkumulationen kommen nur im Abschnitt Könno—Kedwa (Karte II, hi) vor. Sie verlaufen von SW nach NO in 30 km langer Strecke. Sie bestehen aus sandigem mehr oder weniger geröllreichen Hügeln und Rücken, auf denen bisweilen Scheitelaufpressungen aus unausgespülter lehmig-sandiger, häufig steinreicher Grundmoräne auflagern. Häufiger findet man sie im proximalen Teile der Zone, im distalen Teile dagegen nur aus Geröll und Sand bestehende Aufschüttungen. Das im SO vorgelagerte Gebiet decken vorherrschend sandig tonige Schmelzwasserabsätze.

Die Frage wieweit die Entstehung der Eiskliffablagerungen Westestlands zeitlich zusammenfällt mit denen in Allentacken, bleibt offen. Auf Grund der bisherigen Beobachtungen ist es nicht möglich den Zusammenhang des Eisrandes über das ganze Land während eines Rückzugabschnittes festzuhalten. Mit Sicher-

heit lässt sich nur behaupten, dass eine durch die Pantifer-Höhe hervorgerufene Einbuchtung am Eisrande bestanden hat, und dass diese Bucht erhalten blieb, als sich der Eisrand im mittleren Abschnitt bis zum Glint zurückzog. Im niedrigen W war das Eis andauernd weiter nach S vorgeschoben, wie im höheren O.

Während der Eisrand im NW der Pantifer-Höhe verweilte, entstanden die unzusammenhängenden, marginal sich erstreckenden Akkumulationen bei St. Matthias-Alp und bei Jendel-Arrohof (Karte II, i). Mit abnehmender Mächtigkeit des Eises zog sich der Rand von der nördlichen und nordwestlichen Böschung der Pantifer-Höhe und aus West-Estland zurück. Man kann im Rückzugsgebiete des die Höhenbucht umgebenden Eisrandes mehrere Rückzugstafeln unterscheiden. Anscheinend liegt von Paunküll an über Wosel—Punnama, Charlottenhof bis Pillipal, und von hier nach O fortgesetzt, ein Streifen mit gleichzeitig aufgebauten Eisrandaufschüttungen (Karte II, k vergl. a. Karte I).

Im östlichen Teile der Karte I erkennt man ein starkes Ansteigen der Felsfläche. Hier verläuft der Rand der Pantifer'schen Aufwölbung von St. Matthias bis Jendel nach SW, um von Jendel an in NO umzubiegen. Das westlich vorgelagerte Gebiet liegt bis auf die Hügelaufschüttungen unter 85 m Meereshöhe, also unter dem Spiegel des Schmelzwasserbeckens. O und SO der Böschung steigt die Oberfläche über 85 m weiter nach SO zu an. Diese Hochfläche besitzt eine ebene Grundmoränendecke. Im NW und W der Böschung erstreckt sich eine 15 km breite Ebene. Der Fels ist hier von sandig-tonigen Ablagerungen eingenommen. Die hohen Längs-Åser dieses Landstreifens zeigen vorwiegend NW—SO-Richtung, die infolge Ablenkung des Eisstromes in N—S übergeht.

In der Böschungszone, besonders bei Alp und Aru, sowie in einem 5—7 km breiten vorgelagerten Streifen, sitzen zahlreiche Hügel und Rücken auf, deren Längenerstreckung eine mehr oder weniger senkrechte zu den Längsåsern ist. Sie verlaufen von SSW—NNO, damit auch senkrecht zum Anstieg der Felsoberfläche.

Form und Aufbau der marginalen Aufschüttungen ist verschieden. Hauptsächlich bestehen Unterschiede zwischen den an der Böschung der Höhenschwelle supraaquatisch, bezw. im Seichtwasser entstandenen, und den entfernt von der Böschung im tiefen Wasser abgelagerten Aufschüttungen. — Im tiefen Wasser entstanden hohe steilgeböschte Hügel und Rücken mit ebenen Scheiteln. Neben diesen aber auch sanft geböschte niedrigere Hügel und breit sich ausdehnende Sandbecken. Ein Teil der Akkumulationen besteht nur aus Geröll und Sand. Bei zahlreichen Aufschüttungen tritt über geschichteten Ablagerungen ungeschichtete lehmig-steinige Moränenaufpressung auf. — Die auf höheren Gelände, also im Seichtwasser entstandenen Aufschüttungen, sind im allgemeinen weniger mächtig; sie weisen oberflächlich stets scharfkantigen kalksteinreichen Schutt auf.

Zwei weitere Rückzugstafeln treten weiter nördlich hinzu. Mächtige kiesige Sandablagerungen ziehen sich von Kõrveküla an über Walge nach O und von Külmahallika nach Kolk (Karte II, l). Diese Gebiete dehnen sich von NO nach SW aus. Ihre westlichen Flügel biegen nach S um. Der Untergrund, auf dem sie liegen, ist beträchtlich höher, wie das westlich fortgesetzte Gebiet, wo Heidesandablagerungen fehlen. Demnach wurde der Eisrand im hohen

Gelände östlich vom Jaggowal früher zurückverlegt, wie im westlichen, niedrigeren Gebiete.

Landschaftlich stellen diese breiten Rücken ebene bis flachwellige Kiefernheiden vor. In proximaler Richtung sind sie stellenweise deutlich abgeböscht. Die Mächtigkeit der Ablagerungen dürfte 8—12 m betragen. Sie bestehen aus kiesigem Sand. Kalkstein fehlt. Grosse Blöcke kommen auf den Oberflächen fast nicht vor, doch treten örtlich Findlingsblöcke von Kopfgrösse und zusammengedrängt auf.

Im Rückzugsgebiete des die Pantifersche Höhenbucht umgebenden Eisrandes liegen verhältnismässig grossflächige Eisrandakkumulationen. Ihr Vorkommen zwischen der NW-Böschung bei Pantifer und dem Glintrande ist gewissermassen ein verdichtetes, im Vergleiche mit dem mehr verstreuten Auftreten weiter westlich.

Nachdem in Westestland der Eisrand aus dem Gelände der Wasserscheide zurückgewichen war, vollzog sich sein Rückzug über ein gegen die Eisstromrichtung abgedachtes Gebiet. Hier entstanden durch Ausweichen des Eises vor Höhenschwellen, Höhebuchten und Eiszungen und z. T. sind, wie schon erwähnt, die durchgespülten geröllreichen Ablagerungen mancher Böschungen als Eisrandaufschüttungen an Höhenbuchträndern aufzufassen.

Mächtige Sandablagerungen treten in den Buchten des Glintrandes östlich von Reval auf, bspw. bei Kaberla. Sie lassen sich als Aufschüttungen in die Buchten eingepresster Eiszungen deutten. Auf den Ablagerungen selbst finden sich Strandwälle und Dünen.

Einen eigentümlichen Verlauf haben die Eisrandaufschüttungen, die unmittelbar südlich von Reval im Gebiete Ober-See—Sack—Nõmme—Hark, sowie bei Kiisa sich vorfinden (Karte II, n, o, p). Ihre Entstehung ist vielleicht darauf zurückzuführen, dass, während ihrer Ablagerung, der Eisrand vor dem Glintabfall zwischen Laaksberg und Jaggowal verankert lag, westlich vom Laaksberg aber einen nach S vorgeschobenen „Eislappen" aussandte. Im weiteren Rückzugsverlauf schwenkte der Eisrand aus der anfänglichen N—S-Richtung (Laaksberg—Sack) nach SSW ein (Laaksberg—Nõmme—Päsküll).

Das Heidegebiet im S von Reval besteht aus zwei breiten Rücken, die im NO zusammenhängen. Aufschlüsse zeigen unter einer 30 cm bis etwa 1 m starken sandig-grandigen, kleine Gneisgranite haltenden Meeresablagerung, Sand in mehr oder weniger schräg geneigten, einander schneidenden Schichten. Nordische Blöcke sind auf ebenen Flächen selten, mehren sich dagegen auf Hügeln und Rücken. Verhältnismäßig viel Blöcke findet man am steilen Proximalabfall — dem Hohenhaupt. Die Oberfläche des südlichen Rückens Obersee-Sack ist noch stärker eingeebnet. Dieser Rücken hat nach W zu steilen Proximalabfall und geht nach O zu allmählich in eine Grundmoränenlandschaft über. Eine breite rückenartige Randschüttung schneidet die Schmalspurbahn zwischen Sack und Kiisa; sie besteht aus grobem Kies mit finnischem Geröll.

Die Oberfläche fällt von O nach W zu ab. Der Eisrand war dementsprechend im W weiter nach S vorgeschoben, wie im O.

Nicht ausgeschlossen ist, dass die Entstehung der Süd-Reval'schen Eisrandablagerungen zeitlich zusammenfällt mit der mächtigen Pallifer—Risti—Ellamaa'schen Ablagerung. Zwischen beiden Auftragungen besteht eine schwellenreiche Felsoberfläche, auf der sich der Rückzug unter ausgiebiger Höhenbucht- und Zungen-Bildung vollzog.

Das mächtige Pallifer-Ellamaa'sche Querås ist schon vor Zeiten als Eisrandakkumulation erkannt worden[1]). Die Ursache seiner Entstehung lässt sich indessen nicht so leicht aus den Höhenverhältnissen des submarginalen Untergrundes ableiten, wie bei zahlreichen anderen Eisrandbildungen (Karte II, q).

Bemerkenswert ist das Vorkommen einer jäh ansteigenden, inselartigen Höhenschwelle, aus Silur bestehend, bei Pallifer im Westende des Rückens. Das plötzliche Abbrechen der Akkumulation hängt wahrscheinlich zusammen mit dem Auftreten dieser Höhe. — Der Rücken besteht z. T. aus schwach durchspültem und wenig abgenutztem Gletscherschutt, überwiegend aber aus Ablagerungen mit gerollten Steinbrocken. In manchen Schnitten beobachtet man regellos gelagert: Grand, Sand, Geröll und Findlingsblöcke, bisweilen auch Sand in schräger Schichtung. Im Aufbau unterscheidet sich das Pallifer — Ellamaa'sche Querås beträchtlich von den als Eisrandaufschüttungen angesprochenen Ablagerungen der Wiek.

Im äussersten NW breiten sich Eisrandaufschüttungen aus in den Buchten des Glintrandes bei Fähna und Lodensee (Karte II, r, s), begleitet von inselartigen Schwellen bei Kedik, Metsküla, Bergsby, Spitham und Wichterpal (Karte II, t—x).

In der Glintbucht bei Fähna sind die Aufschüttungen sandig. Auf der Oberfläche treten zahlreiche Strandwälle auf. Dasselbe gilt für die Eisrandaufschüttungen von Lodensee und Wichterpal — Newe. Alle diese Gelände bilden sandige Kieferheiden, in denen nordische Blöcke selten sind.

In der Wiek tritt proximal vom Pallifer — Ellamaa'schen Querås eine hohe silurische Schwelle bei Kedik auf. Sandige Geröllrücken decken die Böschungen und den Scheitel der Schwelle, und sandige Aufschüttungen erstrecken sich nach Pallifer und Piersal. — Außer Bildungen des hier verlaufenden Anzylusstrandes liegen hier auch verstärkte Eisrandaufschüttungen.

Sicherlich als Eisrandaufschüttung entstanden, ist die bogenförmige Akkumulation von Willofer — Metsküla. Sie besteht aus kiesigem Sand und Sand mit wenig Kalkgeröll. Außerdem enthält sie ziemlich viel nordisches Gestein. Ebenfalls zweifellos eine Eisrandaufschüttung ist die ähnlich zusammengesetzte breitrückenförmige Ablagerung, die im Bogen von Vesküla in Harrien der silurischen Höhenschwelle von Bergsby zustrebt. In den oberen Lagen zeigt sich mariner Sand. Von der silurischen Höhenschwelle von Spitham ziehen sich anfangs sandig-geröllreiche, später rein sandige Aufschüttungen nach Newe hin. Hier treten mächtige Dünen auf. Das ausgedehnte Heidegebiet ist als Eisrandaufschüttung aufzufassen.

---

[1]) F. Schmidt 1884, 1897.

Deutsche und estnische Bezeichnungen der Ortsnamen.

Allentacken — Alutaguse
Alp — Albu
Alt-Riesenberg — Riisipere
Arrohof — Aru, Are
Audern — Audru
Awwinorm — Avinurme
Baltischport — Paldiski
Charlottenhof — Aegviidu
Fähna — Vääna
Ficht — Tiinuse
Fickel — Vigala
Finnischer Meerbusen — Lääne laht
Goldenbeck — Kullamaa
Haggers — Hageri
Hark — Harku
Harrien — Harju
Hohenhaupt — Mustamäe
Isaak — Iisaku
Jaggowal — Jägala
Jendel — Jäneda
Jörden — Juuru
Karusen — Karuse
Kassargen — Kasari
Kattentack — Peri
Kedder — Kehra
Kedik — Keediku
Kedwa — Kädva
Kegel — Keila
Kokenkau — Koonga
Kolk — Kolga
Kõnno — Kõnnu
Konofer —Konuvere
Kreutz — Risti
Laaksberg — Lasnamägi
Lodensee — Klooga
Luist — Luiste
Matthias, St. — Madise
Mehntack — Mäetaguse
Merjama — Märjamaa
Metzküll — Metsküla
Michaelis, St. — Mihkli
Newe — Nõva
Ober-See — Ülemiste
Pallifer — Palivere
Pantifer — Pandivere
Paunküll — Paunküla
Päsküll — Pääsküla
Peipussee — Peipsijärv
Piersal — Piirsalu
Poll — Põlula (in Wierland)
Püchtiza — Pühtitsa
Rasik — Raasiku
Reval — Tallinn
Riesenberg — Riisipere
Sack — Saku
Sarnakorb — Saarnakõrve
Seyer — Seira
Spitham — Osmusaar
Taps — Tapa
Terrastfer — Tarakvere
Testama — Tõstama
Toal — Tuhala
Toikfer — Toikvere
Wannamõis — Vanamõisa
Weissenstein — Paide
Wichterpal — Vihterpalu
Wiek — Lääne
Willofer — Viluvere
Wosel — Voose
Wottigfer — Võtikvere

INHALT:

Die Bedeutung der Monophagie für die Erhaltung der Art.

Wilh. Petersen-Reval.

Folgende Ausführungen bilden ein Referat über ein Kapitel aus einer Arbeit, die sich mit dem Artproblem beschäftigt.

Es handelt sich in dieser meiner grösseren Arbeit um eine Bearbeitung zweier Schmetterlingsgattungen, deren zahlreiche Arten die Eigentümlichkeit der Monophagie ihrer Larven in ausgesprochener Weise zeigen. Der erste Teil ist unter dem Titel „die Blattminierergattungen Lithocolletis und Nepticula (Lep) T. I. Lithocolletis" in der Stettiner Ent. Zeit. 88 1927 abgedruckt, während Teil II., Nepticula, nunmehr zum Druck gelangt. Das für die Untersuchung notwendige sehr wertvolle Material zu diesen Untersuchungen wurde mir zum grössten Teil vom Museum der Berliner Universität (Invalidenstr. 43) in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Die Bearbeitung der beiden Gattungen Lithocolletis und Nepticula hatte ein zweifaches Ziel: erstens sollte durch die vergleichende anatomische Untersuchung der Generationsorgane festgestellt werden, ob sich mit Hilfe dieses Organsystems eine zuverlässige Artbestimmung ermöglichen liess, die mit den bisher festgestellten biologischen Daten im Einklang stand. Ferner sollte, falls sich hier ein positives Resultat ergab, die Frage untersucht werden, ob die in beiden Gattungen so stark augeprägte Monophagie der Larven in irgend einer Beziehung zur Entstehung der Arten stehe, vor allem, ob sich erkennen liess, dass die Nahrung einen Einfluß auf das Keimplasma habe. Die beiden Gattungen schienen mir für diese Untersuchung ganz besonders geeignet, weil beide in phylogenetischer Beziehung auf durchaus verschiedener Stufe stehen und dennoch bei beiden die Monophagie einen so hohen Grad der Ausbildung erreicht hat. Während Nepticula nach meinen früheren Untersuchungen zu den sehr primitiven aculeaten Gattungen gehört (beim Weibchen findet sich noch keine vom Ovidukt getrennte Bursa-Öffnung), gehört Lithocolletis unzweifelhaft zu den phyletisch jüngsten Repräsentanten der Schuppenflügler. Beide Gattungen zeichnen sich durch einen grossen Reichtum an Arten aus, deren artliche Trennung besonders bei Nepticula oft grosse Schwierigkeiten macht, bei beiden sind die biologischen Verhältnisse von unseren besten Kennern und zuverlässigsten Beobachtern so gut studiert, wie in wenigen

Abteilungen der Schmetterlinge, so dass es sich wohl lohnen musste, auch die anatomischen Verhältnisse der Sexualarmatur einer genauen Prüfung zu unterziehen.

Die erste Frage meiner Untersuchung, ob die Unterschiede im Bau der Sexualarmatur für die Unterscheidung der Arten zu verwenden seien und uns einem Einblick in die phylogenetischen Beziehungen der Arten erlauben, hat zu einem durchaus positiven Ergebnis geführt. Damit ist eine Basis für den zweiten Teil unserer Frage gewonnen, indem wir mit der „Art" als einem Begriff operieren können, der wenigstens von einem bestimmten Gesichtspunkt aus, auf einer fest umschriebenen Grundlage ruht.

Bevor ich auf unser eigentliches Thema, die Bedeutung der Monophagie, übergehe, ist es durchaus notwendig, auf meine Auffassung des Artbegriffes einzugehen, wie sie sich mir als Resultat einer langen Reihe von Einzeluntersuchungen ergeben hat.

Indem wir von der lebenden Substanz als etwas Gegebenem ausgehen, die Entstehung des Lebens der metaphysischen Betrachtung anheimstellend, können wir zwei Grundeigenschaften der lebendigen Substanz, des Protoplasmas, erkennen, die so selbstverständlich klingen, dass man Bedenken haben könnte, sie als Ausgangspunkt für weitgehende Folgerungen hinzustellen. Die erste der Grundeigenschaften des Lebens ist der Erhaltungstrieb, ohne den das Leben längst zu Grunde gegangen wäre. Er äussert sich oft in sehr charakteristischer Weise, sobald die lebende Substanz in Gefahr kommt und reagiert bei drohender Schädigung oder Untergang durch „Regulationen" und „Anpassung" an neue Lebensbedingungen.

Die zweite Grundeigenschaft des Lebens ist auf die Eroberung des Raumes gerichtet, der Trieb, sich auszubreiten und beruht auf dem Geburtenüberschuss. Sie bringt einen neuen Faktor in das Getriebe des Lebens, welcher das Verhältnis der Organismen zu einander regelt, indem sie dieselben bald sich feindlich als Konkurrenten auf dem gegebenen Lebensraum einander gegenüberstellt, bald zu gemeinsamem Tun verbündet (Symbiose). Das Leben sehen wir an das Protoplasma gebunden; will sich dieses erhalten und ausbreiten, so muss mit steigender Beschleunigung eine immer stärkere Differenzierung desselben eintreten. Damit aber die einmal errungene Fähigkeit sich zu erhalten, die sich in einer Summe morphologischer und biologischer Eigenschaften ausspricht, erhalten bleibt und nicht wieder verloren geht, so musste für die Erhaltung der errungenen Eigenschaften in der Generationenfolge durch die Vererbung gesorgt werden. Das führte zur Trennung von Soma und Keimplasma.

Im Keimplasma liegen die materiellen Träger der Vererbungstendenzen, die wir uns vielleicht als Systeme mit zeitlichem Ablauf zu denken haben. Diese in den Chromosomen verlagerten Gene

haben schon angefangen, im Mittelpunkt des ganzen Vererbungsproblems zu stehen und werden wohl noch viel mehr in den Mittelpunkt des grösseren Problems der Artenstehung rücken.

Hier wird vor allem die Frage zur Entscheidung kommen müssen, ob diese Determinanten oder Gene Träger autonomer Schöpfungsgedanken sind, oder ob sie durch Reize der Aussenwelt dazu gebracht werden können, den Bestand ihrer Vererbungstendenzen dauernd zu verändern und diesen Reizen entsprechende neue Entwicklungswege einzuschlagen.

Das Protoplasma hat nun in diesem Kampf um die Existenz, entsprechend den Bedingungen der Umwelt, Formen angenommen, die imstande sind, den jeweiligen Zustand dauernd, d. h. so lange die Bedingungen der Umwelt sich nicht ändern, zu erhalten, indem die Errungenschaften morphologischer und biologischer Natur durch das Keimplasma jedes Mal der folgenden Generation übermittelt werden. Diese Lebensformen im Pflanzen- und Tierreich nennen wir „Arten". —

Die Art, als reale Grösse repräsentiert durch eine Summe von Individuen, bedeutet somit einen Gleichgewichtszustand der lebenden Substanz in ihrer jeweiligen Umwelt und ist gekennzeichnet durch morphologische und biologische Charaktere, die vererbbar sind, und die es ihnen ermöglichen, den Forderungen der Umwelt gerecht zu werden. Während am Individuum das Soma gewissermassen die Forderungen des Tages erfüllt, steht dem Keimplasma ein Geschlechtsapparat zur Verfügung, durch welchen das Errungene auch für die Zukunft gesichert werden kann. Diese hohe Bedeutung der Generationsorgane erklärt uns vielleicht zum Teil die Wichtigkeit, welche wir ihren morphologischen Mannigfaltigkeiten bei phyletischen und systematischen Betrachtungen im Pflanzen- und Tierreich zumessen müssen.

Die Artwerdung ist also ein Ziel, das die lebende Substanz erstrebt hat und immer wieder erstrebt, um sich zu behaupten und nicht dem Untergange zu verfallen. —

Die Frage nach der Entstehung der Arten, die das vorige Jahrhundert, besonders in der zweiten Hälfte, so vollständig beherrschte, ist, wie es scheint, nun auf ein totes Geleise gekommen und vollständig von der Tagesordnung abgesetzt, nachdem Darwinismus und Lamarckismus sich als nicht zureichend erwiesen haben. Man war eben an die Lösung der Aufgabe gegangen, ohne die Vorfragen, Vererbng und Variabilität, genügend untersucht zu haben, und indem man mit einem Artbegriff operierte, der an Unklarheit nichts zu wünschen übrig liess.

Als die Mutationslehre mit ihren hochinteressanten, ganz neue Perspektiven eröffnenden Vererbungsregeln auf den Plan trat, schöpfte man neue Hoffnungen für das Problem der Artentstehung. Die stark übertriebenen Hoffnungen wurden aber

bald gedämpft. Man hatte übersehen, dass die Peitsche des Züchters, der die Rückkreuzungen durch künstliche Isolierung verhindert, in der freien Natur fehlt oder nur selten einen Ersatz findet, und daher in den allermeisten Fällen die neuen Formen von der Stammform wieder aufgesogen werden und verschwinden müssen.

Trotz aller dieser Fehlversuche in der Descendenzlehre ist „die Entstehung der Arten" doch das oberste Problem und eine Kernfrage der Biologie geblieben, und es kann jetzt mit mehr Hoffnung an eine Lösung dieses Problems gedacht werden, wo inzwischen die Vererbungslehre so glänzende Erfolge zu verzeichnen hat, und auch die Experimente, welche sich mit einer direkten Beeinflussung des Keimplasmas mit seinen G e n e n beschäftigen, schon anfangen, gewisse Resultate aufzuweisen.

Eins ist aber vor allem unerlässlich: es müssen sich Biologen und Systematiker über eine präzise Artdefinition einigen, oder es müsste, da dies sehr schwer zu erreichen wäre, jeder Bearbeiter einer Spezialfrage auf diesem Gebiet seiner Arbeit eine klare Definition seiner Auffassung der Art vorausgehen lassen. Nur so können störende Missverständnisse vermieden oder wenigstens stark eingeschränkt werden. Jedenfalls sollte man nicht über Veränderung oder Konstanz der Arten schreiben, ohne zu sagen, was man unter Art versteht.

In folgendem soll der Versuch gemacht werden, zu prüfen, ob es ausser den vielfachen Faktoren, deren Wirkungen als „die Art verändernde" bei der Behandlung des Problems studiert wurden, auch Einrichtungen in der Natur gibt, die, wie bei der Vererbung, ganz speziell darauf hinzielen einen erreichten Zustand z u e r h a l t e n und z u f e s t i g e n. Eine solche Einrichtung scheint mir die M o n o p h a g i e zu sein, wie wir sie an den blattminierenden Schmetterlingen beobachten. Eine Analyse dieser Erscheinung könnte vielleicht ein Licht werfen auf Einflüsse, denen das Keimplasma von seiten der Nahrung ausgesetzt ist und die vielleicht bei der Arterhaltung oder Artveränderung eine Rolle spielen. Da für die Behandlung dieser Frage eine präzise Artdefinition nötig ist, so muss ich diese vorausschicken.

Man hat früher bei der Artdefinition stets das grösste Gewicht auf die rein morphologischen Merkmale gelegt, für die physiologische Seite wurde eigentlich nur die Abstammung und die Sterilität der Bastarde mehr oder weniger betont. Eine rühmliche Ausnahme machten unsere Entomologen, welche die Wichtigkeit biologischer Merkmale für das Artbild hervorhoben, ja bisweilen vielleicht überschätzten. In letzter Zeit sind sogar Versuche gemacht worden, die Art nur als einen rein geographischen Begriff aufzufassen.

Ich bin nach langjähriger Arbeit auf vorzugsweise entomologischem Gebiet zu folgender provisorischer Definition der Art gekommen: Die Art ist eine Geschlechtsgenossenschaft; die Zugehörigkeit zu derselben findet neben anderen morphologischen Eigenschaften ihren präzisesten morphologischen Ausdruck in den Generationsorganen. Als Geschlechtsgenossenschaft beruht die Art also in erster Linie auf physiologischer Basis. Zu den Generationsorganen gehören, das muss hier gleich betont werden, alle Organe welche speziell im Dienste der Fortpflanzung stehen. Dahin gehören beispielsweise bei den Insekten ausser den Keimdrüsen und den Kopulationsorganen als Organe III. Ordnung die Duftapparate nebst Perzeptionsorganen für die entwickelten Duftstoffe oder tonerzeugende Organe nebst den entsprechenden chordo-tympanalen Organen, also allgemein: Hilfsorgane für das Sichfinden der Geschlechter und die Erkennung der Artgenossen. Die Wichtigkeit dieser letzten Gruppe von Organen III. Ordnung kann nicht genug betont werden: Das gesamte Insektenleben der Erde — und an Artenzahl übertreffen die Insekten alle anderen Tierklassen zusammengenommen — wäre sofort unfehlbar dem Untergange verfallen, wenn diese letzteren Organe ausser Funktion gesetzt würden. Wir sehen hier ohne weiteres, wie von einem rein physiologischen Moment, der Auffindung und Erkennung der Artgenossen die Existenz der Art abhängig ist, und wir werden es als eine theoretische Forderung aufstellen müssen, dass entsprechend der Art = Differenzierung auch eine Differenzierung der Duftorgane, resp. der von ihnen produzierten Duftstoffe eingetreten sein muss, wobei im einzelnen Falle festzustellen wäre, wo der Prozess der Differenzierung seinen Anfang genommen hat. Die direkte Beobachtung lehrt uns, dass eine solche Differenzierung in der Tat besteht. Da sehr häufig die Duftverschiedenheit mit einer monophologischen Verschiedenheit der Duftorgane Hand in Hand geht, können wir die Differenzierung direkt beobachten. In unzähligen Fällen können wir mit Hilfe einer einzigen Duftschuppe eine Schmetterlingsart mit grösster Sicherheit bestimmen und sie von den nächsten oft sehr ähnlichen verwandten Arten unterscheiden. Aus der Familie der Phycideae, einer Familie der Kleinschmetterlinge mit oft sehr schwer zu unterscheidenden Arten habe ich bisher ca. 70 Arten auf den Geschlechtsapparat untersucht und eine erstaunliche Mannigfaltigkeit der Duftorgane gefunden, die eine Trennung der Arten mit Leichtigkeit gestattete.

Da die Duftorgane also nach meiner Auffassung zum engern Bestande der Generationsorgane gehören, und die Anlagen derselben, der geschlechtlichen Sphäre angehörig, wohl im Keimplasma eine enger zusammengehörende Gruppe bilden, wird viel-

leicht die merkwürdige Tatsache zum Teil eine Erklärung finden, dass Duftorgane und Kopulationsapparat in so enger Korrelation stehen.

Auf der geschlechtlichen Affinität, also einem rein physiologischen Moment, deren Wurzeln wir bis in die Einzelligen verfolgen können, beruht die Geschlechtsgenossenschaft der Arten. Man hat ja wohl eine Zeitlang die Meinung verfochten, dass die Beschaffenheit der Kopulationsorgane Hindernisse für die Bastardierung abgeben und die Dufour'sche These: „l'armure copulatrix est la garantie de la conservation des types" zu verteidigen gesucht, doch hat man die Verteidigung dieses Satzes aufgegeben, da durch die Duftorgane die Sache schon in erster Instanz endgültig zur Entscheidung kommen musste.

Beiläufig sei bemerkt, dass in anderen Tierklassen beim Aufsuchen und Erkennen der Artgenossen wohl auch andere Nerven als der Olfactorius die Führung übernommen, z. B. bei den Bewohnern der Tiefsee, wo die komplizierten, oft vielfarbigen Leuchtorgane für das Auge berechnet sind.

Bei dieser hervorragenden Rolle, welche wir dem physiologischen Moment im Leben der Art, besonders was die Fortpflanzung betrifft, zuerkennen müssen, wird uns die Annahme nahegelegt, dass die hier in Funktion tretenden Organe einen besonders wichtigen Faktor bei der Artabänderung oder Arterhaltung abgeben werden. Funktioniert dieser Apparat gut, so wird ein festeres Band um die zu einer Art gehörenden Individuen geschlungen, und der Gleichgewichtszustand, den die Art im mühevollen Kampf ums Dasein erobert hat, am besten erhalten. Dadurch wird eine Isolierung dieser Individuengruppe allen anderen gegenüber geschaffen.

Auch bei Entstehung einer neuen Art aus einer früheren, ist es schwer sich dies ohne eine Form der Isolierung der Stammform gegenüber zu denken. Wenn nicht neu auftretende Charaktere von besonderem Nützlichkeitswert der neuen Form sofort der Stammform gegenüber das Übergewicht geben, so muss, wie eine einfache Rechnung zeigt, eine nicht als Pluralvariation auftretende neue Form stets wieder von der Stammform aufgesogen werden.

Eine Isolierung lässt sich in dreifacher Form erkennen:

Erstens als zeitliche Isolierung, indem eine Verschiebung der geschlechtsreifen Periode bei einem Teil der Stammform eintritt. Dass durch eine solche Verschiebung der Entwicklungszeiten ganz neue Artbilder entstehen, zeigen uns die oft so verschiedenen Formen, in denen die Generationen derselben Art in den verschiedenen Jahreszeiten auftreten. Die morphologischen Veränderungen, die hier auftreten, können sich sogar auf die Sexualarmatur erstrecken, wie das Beispiel von Pa-

pilio xuthus und xuthulus aus dem Amurlande beweist. Denkt man sich bei sekundär eingetretener Reduktion der Generationen in Gegenden mit verschiedenem Klima das eine Mal nur die Frühlingsgeneration, in einer anderen Gegend nur die Herbst- oder Sommergeneration fortbestehend, so haben wir zwei Formenkreise, die schwer von richtigen Arten zu unterscheiden wären. Das sieht nun wie eine theoretische Konstruktion aus, doch haben wir eine Menge von Beispielen, die solch einen Entwicklungsgang der Artwerdung in verschiedenen Stadien illustrieren könnten. Es würde sich gewiss lohnen die einschlägigen Tatsachen einer Prüfung zu unterziehen, besonders da die Tower'schen Experimente am Koloradokäfer, (die allerdings noch nicht genügend nachgeprüft sind) zu beweisen scheinen, dass Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit im sensiblen Stadium auf die Zahl der Generationen einen Einfluss haben. Es wurde experimentell eine Form erzielt, bei welcher fünf Generationen im Jahr erblich fixiert waren.

Zweitens als räumliche Isolierung.

Die Möglichkeit der Entstehung neuer Arten durch räumliche Absonderung hat bekanntlich Moritz Wagner in seiner Migrationstheorie in umfassender Weise versucht, und ihm sind später viele andere gefolgt. Die schwache Seite dieser Hypothese ist unschwer zu erkennen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass veränderte physikalische Lebensbedingungen, die bei der Ausbreitung einer Art und dem Betreten eines neuen Wohngebietes eintreten, starke Veränderungen in der äusseren Erscheinung hervorrufen. Diese Veränderungen sind oft viel augenfälliger, als zwischen Formen, die wir sicher als distinkte Arten kennen. Und doch fehlt noch der Nachweis, ob mit der morphologischen Veränderung auch schon eine physiologische Spezialisierung eingetreten ist, nämlich eine Veränderung der geschlechtlichen Affinität. Erst wenn zeitliche und räumliche IIsolierung endgültig auch zu einer physiologischen Isolierung geführt haben, kann von der Bildung einer neuen Art gesprochen werden. Die Mittel, die in der Untersuchung dieser Frage dem Experiment zur Verfügung stehen, sind gar nicht so beschränkt. Ich habe schon vor längerer Zeit einen sehr einfachen Versuch in Vorschlag gebracht, durch welchen bei streng isolierten Inselformen etwa eingetretene Veränderungen der geschlechtlichen Affinität festgestellt, eventuell sogar quantitativ bestimmt werden könnten. Ganz besonders geeignet für die Prüfung dieser Frage dürfte die Schmetterlingsgattung Trichosoma (Ocnogyna) sein mit ihren zahlreichen Formen im Mittelmeergebiet; die Weibchen mit ihren verkümmerten Flügeln sind ganz besonders geeignet den Grad der Anziehungskraft auf die Männchen experimentell zu prüfen, (von Ocnog. corsica Rbr lebt eine Lokalvarietät nur auf Sardinien — v. sardoa).

Die artliche Abtrennung einer geographischen Form würde als konstatiert gelten, sobald artliche Entfremdung und Wechselsterilität der Stammform gegenüber eingetreten ist. Dass bei Lokalrassen schon eine stark herabgesetzte geschlechtliche Affinität eintreten kann, zeigt die interessante Beobachtung von M. Standfuss, die er an v. persona Hb, der italienischen Varietät von Callimorpha dominula L und später auch an zwei anderen Arten machte (M. Standfuss Handbuch d. pal. Grosschm. 1896 p. 107), bei der die geschlechtliche Affinität der Stammform gegenüber nachweislich schwächer geworden ist.

Drittens als physiologische Isolierung.

Hier tritt das Nervensystem als entscheidender Faktor auf.

Sind durch zeitliche oder räumliche Isolierung allmählich ins Leben gerufene oder durch Mutation plötzlich oder scheinbar unvermittelt auftretende morphologische Charaktere da, so können sie durch physiologische Isolierung erbliches Eigentum einer neuen Geschlechtsgenossenschaft werden, die wir Art nennen.

Die Zugehörigkeit zu derselben ist durch die geschlechtliche Affinität gekennzeichnet und gewährleistet, während der Stammform gegenüber beim Fehlen der Affinität geschlechtliche Entfremdung besteht. Die geschlechtliche Affinität wird bei den Insekten in der grossen Mehrzahl der Fälle durch spezifische Duftorgane und die Perzeptionsorgane für diese Duftstoffe vermittelt, und ihr verdanken die Arten die Erhaltung des Artbildes mit allen seinen morphologischen und biologischen Eigentümlichkeiten, durch welche der erreichte Gleichgewichtszustand erhalten wird. —

Nachdem wir unseren Standpunkt bezüglich des Artbegriffes präzisiert haben, kehren wir zur Erscheinung der Monophagie zurück. Hier fragt es sich vor allem, ob dieselbe eine primäre oder eine sekundäre Erscheinung ist. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Monophagie nur als Endglied einer langen Entwicklungsreihe als höchste Spezialisierung in der Ernährung aufgefasst werden kann. Das lehrt uns schon die palaeontologische Betrachtung, aber es ergibt sich auch aus folgender Überlegung: Die blattminierenden Larven sind nicht imstande, die ihnen zusagende Nahrung selbst aufzusuchen. Die Eier werden vom Weibchen an das Blatt der Futterpflanze geheftet, und die Larve bohrt sich nach dem Verlassen des Eies in das Blattinnere. Findet sie nicht die zusagende Nahrung, so geht sie zugrunde. Wenn wir diesen Zustand vergleichen mit der Lebensweise polyphager Insektenlarven, denen jedes beliebige Futter recht ist, so können wir in der Monophagie nur eine ganz ausserordentliche Beschränkung der Lebensmöglichkeiten sehen. Es scheint schwer begreiflich, wie aus der bequemen polyphagen Lebensweise der Larven sich die hochspezialisierte Monophagie entwickeln konnte, die auf den ersten Blick

durchaus unzweckmässig erscheint. Wir werden zu dem Schluss gedrängt, dass dieser offenbare Nachteil, der in der Beschränkung der Nahrung liegt, durch einen grösseren Vorteil von hervorragender Bedeutung aufgewogen wird. Versuchen wir es, uns die Wirkung einer spezialisierten Ernährung während des Larvenlebens zu veranschaulichen.

Die Serodiagnostik arbeitet mit der Anschauung, dass die Eiweissdifferenzierung im Pflanzen- und Tierkörper einen spezifischen Charakter besitzt: soviel Arten von Pflanzen und Tieren es gibt, mindestens soviel verschiedene Arten von Protoplasmen müssen wir annehmen. Wenn nun die Larve eines Blattminierers ihre Nahrung ausschliesslich aus einer bestimmten Plasma-Art bezieht, so dürfen wir uns nicht wundern, wenn das einen bestimmten Einfluss auf die aus diesen Larven hervorgehenden Imagines hat. In der Tat sehen wir, dass die Weibchen solcher Arten zur Eiablage auch unter schwierigen Verhältnissen mit unfehlbarer Sicherheit wieder dieselbe Pflanzenart aufsuchen, von der sie sich als Larve genährt haben, oder — was sehr merkwürdig ist — im Falle der Not Pflanzen aus der nächsten Verwandtschaft ihrer Futterpflanze, in dem sie augenscheinlich das verwandte Protoplasma herauswittern. Wie das möglich ist, ist nicht ohne weiteres klar. Natürlich gehen Duftstoffe verschiedener Art von den Plasmaarten aus und werden vom Schmetterling empfangen und unterschieden; man wird, um ein Bild zu gebrauchen, an die bekannte physikalische Erscheinung erinnert, dass eine Stimmgabel zum Mittönen gebracht wird, wenn sie von Schallwellen ihres Eigentons getroffen wird. Vielleicht geht die Wirkung spezialisierter Nahrung auch noch weiter und erstreckt sich mit einem bestimmten Anteil auch auf die Duftapparate, die zur Erkennung der Artgenossen dienen. Wenn nun auch die Zugehörigkeit zur Artgenossenschaft in der Mehrzahl der Fälle bei den Insekten durch Duftapparate vermittelt wird, die nicht direkt unter dem Einfluss einer stark spezialisierten Nahrung stehen, so kann man doch wohl annehmen, dass bei monophagen Arten durch die spezifische Nahrung das Band, das die Artgenossen umschliesst, ein festeres sein wird, als unter den gewöhnlichen Umständen. Ich muss hier gleich erwähnen, dass die Notablage der Eier einen Übergang auf eine andere Futterpflanze einleiten kann (in meiner Arbeit Teil II. erwähne ich einige solcher Fälle, die ich selbst beobachten konnte), und dass, falls eine Beeinflussung des Keimplasmas durch die Nahrung möglich ist, dies zu einer Veränderung der Artcharaktere führen könnte. Denn es ist eigentlich nicht gut einzusehen, warum die Chromosomen mit ihren Genen nicht beeinflusst werden sollten von ihrer speziellen Umwelt, dem Plasma, aus dem sie ihre Nahrung schöpfen für ihr Wachstum bei den unzähligen Teilungen von der befruchteten Keimzelle bis zu den reifen Keimdrüsen des

neuen Individuums. Eine solche Annahme würde besonders geeignet sein, uns das Verständnis für die in kleinen Schritten vor sich gehenden Umwandlungen zu erleichtern. Vielleicht ist die Sterilität der Bastarde auch darauf zurückzuführen, dass die Chromosomen in dem artfremden Plasma nicht den richtigen Nährboden haben und daher verkümmern. Die erhöhte Mutabilität nach Bastardierungen hängt auch vielleicht mit dem veränderten Nährboden der Chromosomen zusammen.

In meiner Arbeit über die blattminierenden Gattungen Lithocolletis und Nepticula geht aus der statistischen Übersicht hervor, wie stark verbreitet die Monophagie in diesen artenreichen Gattungen, besonders in der Gattung Nepticula ist. Mehr als 90% der Nepticula-Arten sind streng monophag, nur 10 Arten von 140 sind oligophag; dabei erstreckt sich die Oligophagie nur auf zwei, selten auf drei meist nahe verwandte Pflanzen. Der grösste Teil der Arten, über 85%, ist auf vier Pflanzenfamilien beschränkt [die Rosaceae, Betulaceae, Salicaceae und Fagaceae (Cupuliferae)]. Wir haben es also hier mit einer typischen Erscheinung zu tun. Merkwürdig genug ist dabei, dass nach ihren morphologischen Merkmalen nahe verwandte Schmetterlingsarten auch auf entsprechend naheverwandten Pflanzen leben. Man gewinnt den allgemeinen Eindruck, dass, serologisch gesprochen, mit der Verschiedenheit im Plasma der Pflanzenart eine plasmatische Verschiedenheit der auf diesen Pflanzenarten lebenden Schmetterlinge parallel geht.

Die Beobachtungen, die wir hier machen, stehen durchaus nicht vereinzelt da. Ganz besonders sprechende Beispiele liefern uns die Bewohner der Tropen, und ich will aus den vielen bekannten Beispielen nur einige kurz erwähnen. Die herrlichen Ornithoptera-Arten des indischen und australischen Faunengebietes leben als Raupen nur an Aristolochia-Arten, die Gattung Danais auf Asclepias; von den für Süd-Amerika charakteristischen Heliconiera, die für das Landschaftsbild so charakteristisch sind, leben die bekannten ca. 150 Arten nur auf Passifloren, die in Süd-Amerika mit ca. 200 Arten vertreten sind. Die artenreiche Familie der Neotropiden lebt ausschliesslich auf der ebenfalls sehr artenreichen Pflanzenfamilie der Solaneen. Aus allen diesen Beispielen gewinnen wir immer wieder den Eindruck, dass mit einer Artenentwicklung der Pflanzen eine Spezialisierung der auf ihnen zu einer Lebensgemeinschaft verbundenen Schmetterlinge stattgefunden hat, und wir können uns der Schlussfolgerung nicht verschliessen, dass zwischen Nahrung und Keimplasma ein sehr enger Zusammenhang besteht. Für den experimentellen Nachweis stehen uns leider nicht die langen Zeiträume zur Verfügung, die bei solchen Versuchen wohl unbedingt notwendig sein werden, denn die Wirkungen veränderter Nahrung dürften wohl wie die klimatischen Veränderungen für gewöhnlich

längerer Zeiträume bedürfen, um aus einem Phaenotypus einen Genotypus herauszubilden.

Jedenfalls wäre es interessant hier serodiagnostisch festzustellen, ob irgendwelche Beziehungen zwischen den Plasmen der als Futterpflanzen dienenden Substrate und den auf ihnen monophag lebenden Nepticula-Larven und Imagenes zu bemerken ist, denn es ist immerhin eine auffallende Erscheinung, dass die Larven es so besonders auf die Eiweisstoffe abgesehen haben, während die Stärke in den Kotballen unverdaut ausgeschieden wird. —

Eins ist jedenfalls klar, nämlich dass die Nahrungspflanzen in ihrer serologischen Mannigfaltigkeit einen besonders wichtigen Faktor im Leben der Schmetterlinge, ganz besonders aber unserer Blattminierer abgeben, einen Faktor von dem Wohl und Wehe, Erhaltung oder Untergang direkt abhängt. Durch die Spezialisierung der Nahrung wird auf Grundlage physiologischer Isolierung eine Reinkultur der zu einer Art gehőrenden Individuen erzielt. Die wir es ferner als eine allgemeine Erscheinung beobachten, dass nahe verwandte Arten auf nahe verwandten Pflanzen leben, wird die Vermutung nahe gelegt, dass die Verschiedenheit der Nahrung in naher Beziehung zu der Artveränderung steht und als auslősender Reiz fűr genotypische Veränderungen gedient hat.

Befindet sich eine Art, wie wir anfangs sahen, in ihrem Lebensraum in einem Gleichgewichtszustande, der auf der Summe monophologischer und biologischer Eigenschaften, dem Artbilde, beruht, so muss jede Stőrung des Gleichgewichtszustandes eine Schädigung bedeuten, eine Gefährdung der Artcharaktere. Je spezialisierter die Arten sind, umso leichter kann eine Stőrung eintreten. Daher kann in der strengen Monophagie vor allem eine Einrichtung gesehen werden, welche auf bestmőgliche Erhaltung des Gleichgewichtszustandes hinzielt, eine Einrichtung zur Erhaltung der Artcharaktere. Und hierin liegt offenbar der Ausgleich für die grossen Nachteile, die mit der unzweckmässig erscheinenden Einschränkung der Lebensmőglichkeiten durch Spezialisierung der Nahrung verbunden sind.

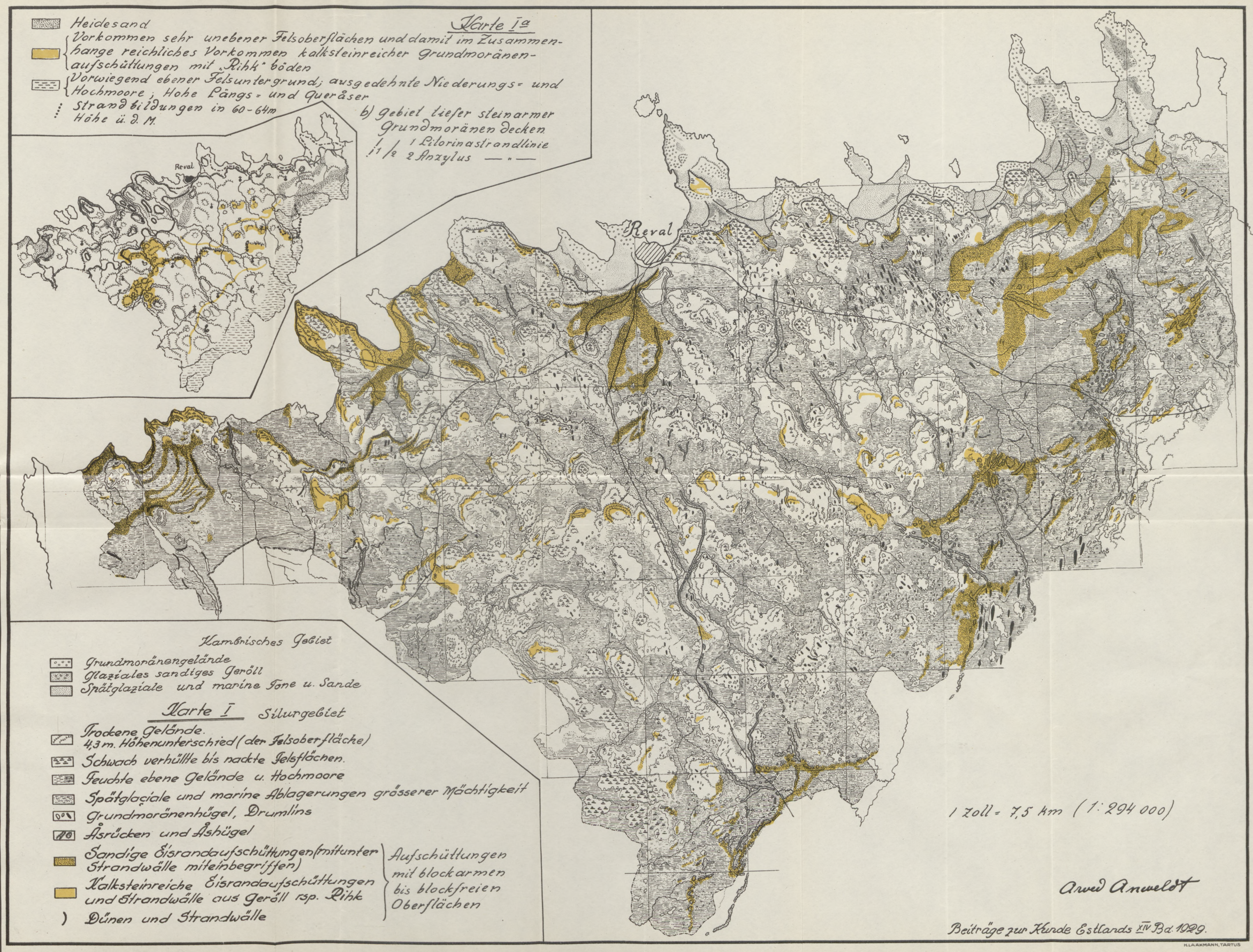
Da die Schlussfolgerungen bezüglich der Monophagie auf einer besonderen Auffassung des Artenbegriffes (physiologische Isolierung) beruhen, so gebe ich im Anschluss hieran ein Verzeichnis derjenigen meiner Arbeiten, die mich zu dieser Auffassung der Art gebracht haben.

Nőmme, bei Reval, im Februar 1929.

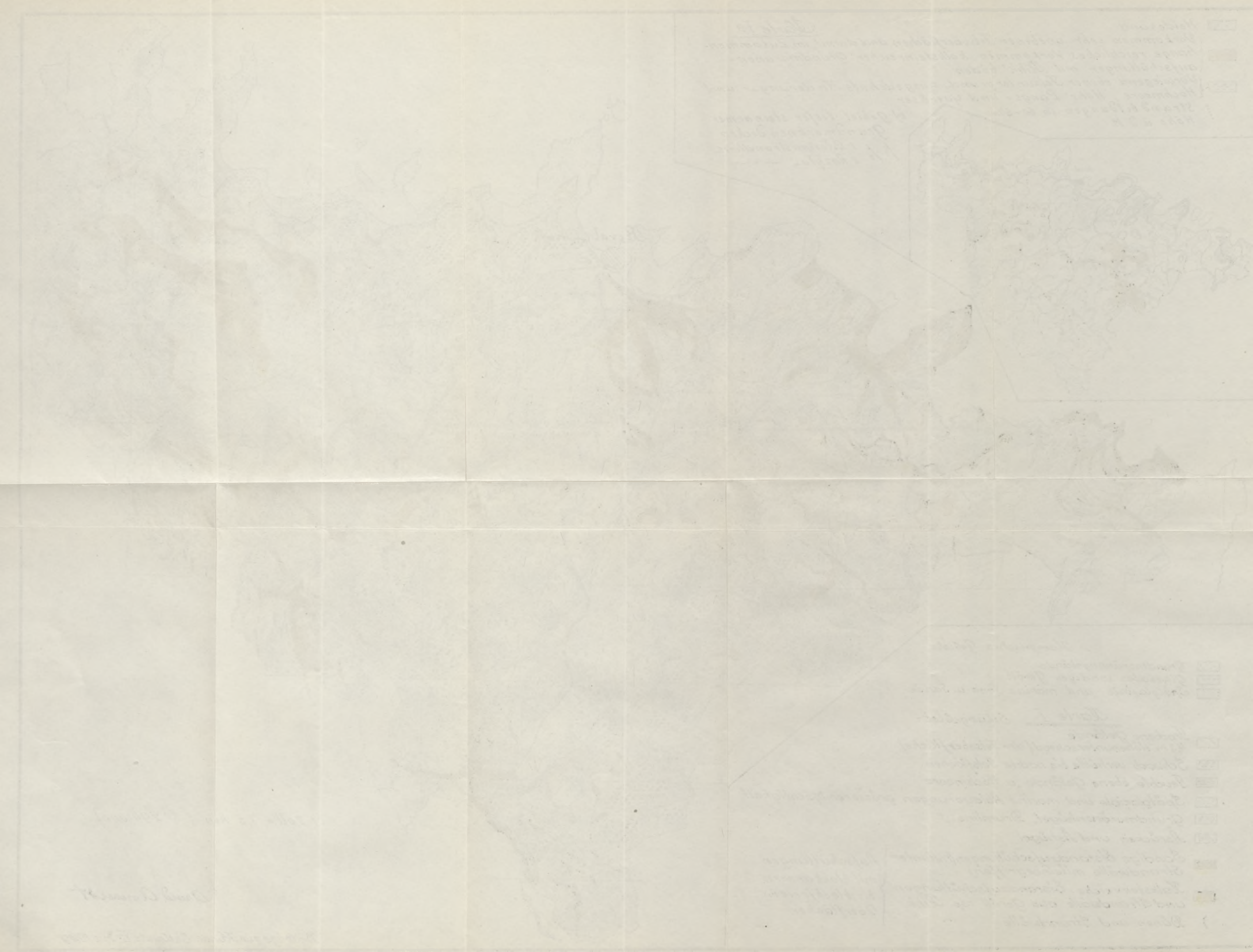
Verzeichnis meiner Arbeiten, welche die Artfrage behandeln.

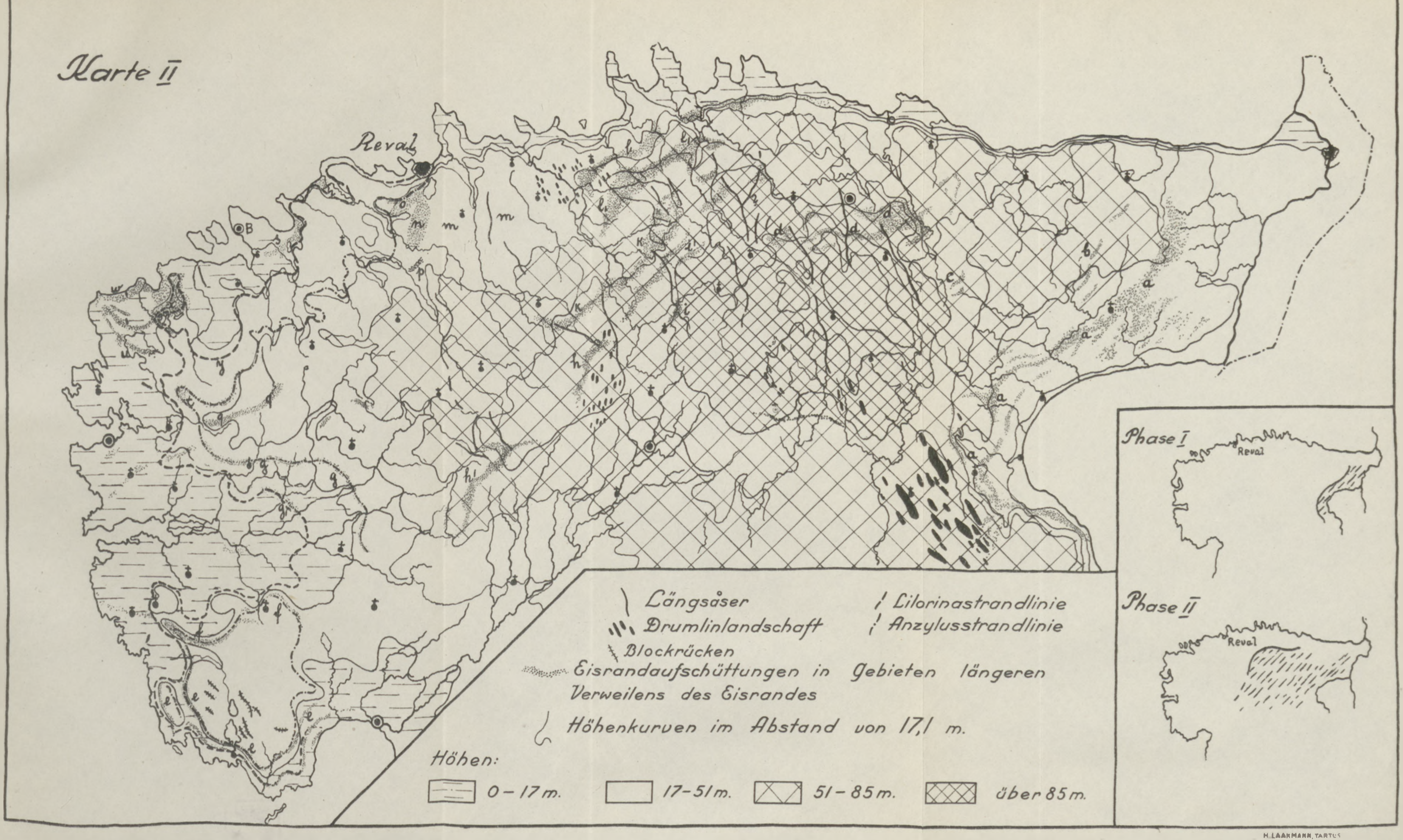
1. Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. Mém. Academ. St. Petersburg 1900.
2. Entstehung der Arten durch physiologische Isolierung, Biol. Centralbl. XXIII, 13, 1903.
3. Die Morphologie der Generationsorgane der Schmetterl. und ihre Bedeutung für die Artbildung. Mém. St. Petersb. XVI 8 St. Petersb. 1904.
4. über indifferente Charaktere als Artmerkmale. Biolog. Centralbl. 1. XXIV 13, 14 1904.
5. über beginnende Art-Divergenz. Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie 1905.
6. Bemerkungen zur Systematik der Schmetterlinge. Allgem. Zeitschr. f. Entomologie 1902.
7. über die Bedeutung der Generationsorg. für die Entstehung der Arten. Compt. rend. d. 6. Congr. intern. de Zool. 1904 Bern.
8. Ein Beitrag zur Frage der geschlechtl. Zuchtwahl. Biolog. Centralbl. 1907.
9. über die Spermatophoren der Schmetterlinge. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. 83 Heft 1. 1907.
10. Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung Eupithecia Curt. Iris 1909.
11. Die Formen der Hydroecia nictitans Buh — Grupe. Hor. Soc. Entom. Ross. 1914.
12. Die Artfrage. Intern. Entom. Kongr. Zürich. 1925.
13. Die Gattung Crambus, ein Beitrag zur Orthogenese. Intern. Entom. Kongress Zürich 1925.
14. Bemerkungen zur „Lepidopt. Fauna von Estland” und Betrachtungen über das Artproblem. „Beitr. zur Kunde Estlands” 1924 Bnd. X Heft 4.
15. Die Blattminierer-Gattungen Lithocolletis und Nepticula. T. I Lithocolletis Z. Stett. Entom. Z. 88 1927.
16. über die Sphragis und das Spermatophragma der Tagfaltergattung Parnassius. Deutsche Ent. Z. 1928.

AUTORENNAMEN:



Karte Ia
Heidesand
Vorkommen sehr unebener Felsoberflächen und damit im Zusammenhange reichliches Vorkommen kalksteinreicher Grundmoränenaufschüttungen mit „Rihk" böden
Vorwiegend ebener Felsuntergrund; ausgedehnte Niederungs- und Hochmoore; Hohe Längs- und Queråser
Strandbildungen in 60-64m Höhe ü. d. M.
b) Gebiet tiefer steinarmer Grundmoränen decken.
1 Litorinastrandlinie
2 Anzylus
Reval
Reval
Kambrisches Gebiet
Grundmoränengelände
Glaziales sandiges Geröll
Spätglaziale und marine Tone u. Sande
Karte I
Silurgebiet
Trockene Gelände. 4,3 m. Höhenunterschied (der Felsoberfläche)
Schwach verhüllte bis nackte Felsflächen.
Feuchte ebene Gelände u. Hochmoore
Spätglaziale und marine Ablagerungen grösserer Mächtigkeit
Grundmoränenhügel, Drumlins
Åsrücken und Åshügel
Sandige Eisrandaufschüttungen (mitunter Strandwälle miteinbegriffen)
Kalksteinreiche Eisrandaufschüttungen und Strandwälle aus Geröll rsp. Rihk
Aufschüttungen mit blockarmen bis blockfreien Oberflächen
Dünen und Strandwälle
1 Zoll = 7,5 km (1:294 000)
Arved Anweldt
Beiträge zur Kunde Estlands XIV Bd. 1929.
K. LAAKMANN, TARTUS





Berichtigung während der Drucklegung: Nördlich der Pernauschen Bucht verlaufen die Litorina- u. Anzylusgrenzen in annähernd gleichem Niveau (Anzylusstrandlinie der Karte). Die Strandlinie unterhalb dieser Grenze ist eine Uferlinie der baltischen Transgression. Diese Berichtigung verdanken Verfasser Dr. P. Thomson, Dorpat. — Ferner sind die sandigen Ablagerungen im Bereich der Transgressionsgrenzen wohl in erster Linie durch die Brandung akkumuliert. Ihre Entstehung dürfte also weit weniger als es in der vorliegenden Arbeit geschehen ist auf Eisrandaufschüttungen zurückzuführen sein. Die Verfasser.

